

EEG-ANALYSEN BEI NARKOSEN

Rudolf Schönberger

1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Abteilung für Psychiatrische Neurophysiologie
und EEG-Diagnostik (Prof. Dr. J. Kugler) der Psych-
iatrischen Klinik (Prof. Dr. H. Hippus) und der
Anaesthesiologischen Abteilung (Prof. Dr. A. Doenicke)
der Chirurgischen Poliklinik (Prof. Dr. F. Holle)
der Universität München

EEG-ANALYSEN BEI NARKOSEN



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Rudolf Schönberger
aus

München

1976

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Prof. Dr. J. Kugler

Mitberichterstatter: Prof. Dr. F. Holle

Dekan: Prof. Dr. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 20.7.1976



Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Problem	1
II. Methode	3
III. Material	10
IV. Beobachtungen	13
V. Diskussion	76
VI. Zusammenfassung	79
VII. Literatur	81

I.

PROBLEM

In den letzten Jahren wurde vielfach versucht, die Computer-Analyse des EEG zu verbessern und für verschiedene Forschungen und klinisch-experimentelle Untersuchungen einzusetzen. (7,9,13,15,21,27).

Es gibt zur Analyse verschiedene Verfahren (3,26,36).

Neben der Analyse von York, dem NSD (Normalized Slope Description) und dem EISA (EEG Interval Spectrum Analysier) nach Tönnies (33) scheint das Verfahren zur sequentiellen Darstellung der Leistungsspektren am besten für zeitlich geraffte Darstellung länger dauernder EEG Ableitungen geeignet (5,6) zu sein.

Wir konnten für klinisch-experimentelle Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen den Analysator BIO 16 (AEG-Telefunken) (1,17) verwenden, mit dem bereits Untersuchungen zu bestimmten Fragestellungen durchgeführt wurden.

Es war nun die Brauchbarkeit des Verfahrens der Analyse mit dem Gerät BIO 16 (AEG-Telefunken) an gesunden Versuchspersonen zu prüfen. Narkosen eignen sich dafür besonder gut, weil dabei innerhalb kurzer Frist d.h. in Zeitspannen von Minuten vom normalen Ausgangsverhalten bis zu tiefsten Narkosestadien sämtliche Zwischenstadien durchlaufen werden und die Leistungsspektren der sie begleitenden bioelektrischen Aktivitätsformen beobachtet werden können. Es werden also in gedrängter Folge viele verschiedene Stadien durchlaufen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den EEG-Stadien des Schlafes haben, deren Beobachtung im natürlichen oder medikamentös induzierten Schlaf jedoch mehr Zeit erfordert.

Es sollten hauptsächlich folgende Bedingungen geprüft werden:

1. Die Möglichkeit zum Einsatz des Verfahrens unter klinisch-experimentellen Bedingungen,
2. die Verwertbarkeit der Resultate zur Analyse von Narkosestadien,
3. die spezifischen Unterschiede in den Leistungsspektren bei einzelnen Narkosemitteln.

II.

METHODE

Es wurden bei gesunden Versuchspersonen, die sich freiwillig im März 1974 zu Narkoseexperimenten zur Verfügung stellten, polygraphische Kontrollen verschiedener elektrophysiologischer Messgrößen durchgeführt (siehe Abb.1).

Die Probanden erschienen nüchtern in den Morgenstunden zwischen sieben und neun Uhr zur Versuchsdurchführung. Sie lagerten sich bequem und entspannt auf einer Liege. Während der Dauer der Experimente ruhten die Versuchspersonen flach auf dem Rücken, der Kopf war durch eine Nackenrolle leicht angehoben. Die Registrierung der Messgrößen erfolgte mit einem 8 Kanal-EEG-Gerät der Firma Schwarzer. EEG und EKG wurden durch auf die äußere Haut gelegte Elektroden abgeleitet. Dabei wurden auf Kanal 01 und 02 bipolare Ableitungen der rechten Hemisphäre (präcentral-parietal 01 und parieto-occipital 02) in ca. 6-facher Verstärkung ($50\mu V \approx 1mm$) aufgezeichnet. Auf den Kanälen 03, 04 und 05 erfolgte die Aufzeichnung der bipolaren EEG-Ableitungen (Längsreihe frontal, präcentral, parietal, occipital) in Normalverstärkung ($50\mu V \approx 6mm$). Die Aufzeichnung des EKG I auf Kanal 06 erfolgte zur Bestimmung der Herzfrequenz.

Die Atemfrequenz wurde mit einem Thermistor registriert und auf Kanal 07 aufgezeichnet.

Mechanische Erschütterungen (Mikrovibration MV) wurden mit einem Erschütterungsmesser der Firma Philips registriert. Die Verstärkung auf Kanal 08 wurde dabei so gewählt, daß die Herztätigkeit in der Aufzeichnung zur Darstellung kam .

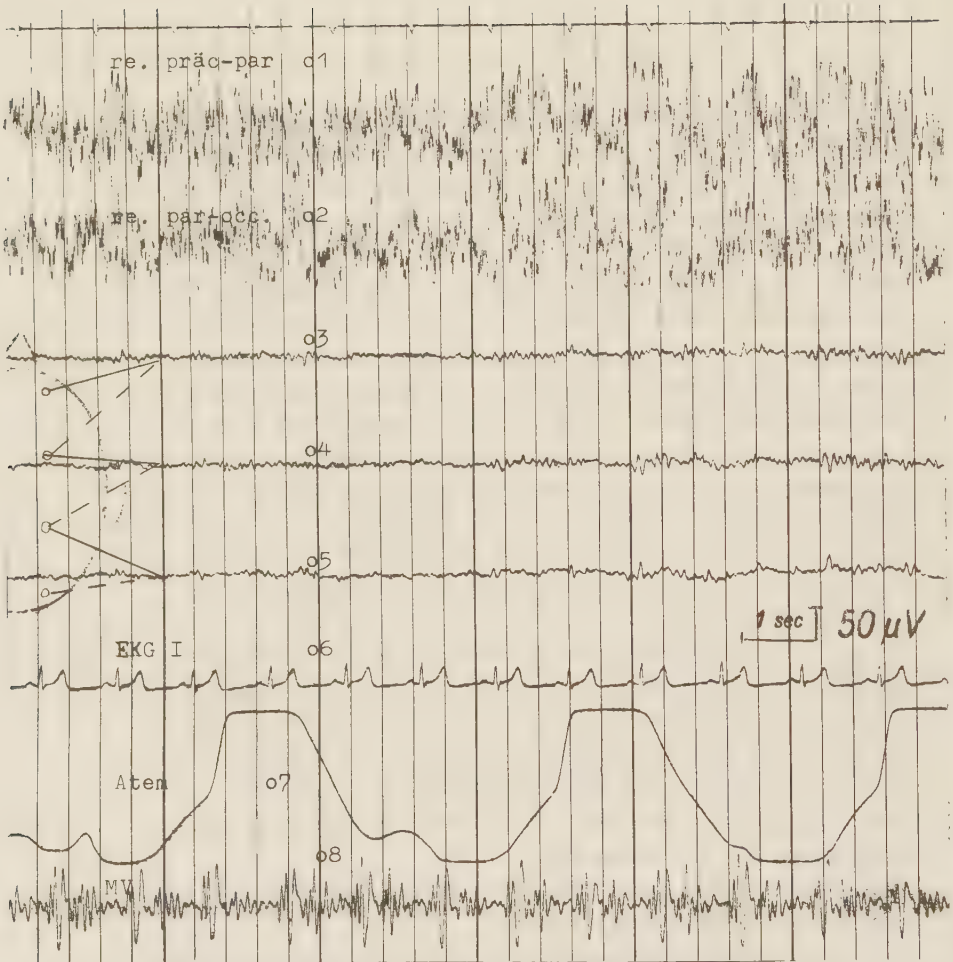


Abb.1: Polygraphische Aufzeichnung verschiedener Messgrößen

- Kanal o1: EEG-Ableitung rechts präcentral-parietal, Normalverstärkung×6
- Kanal o2: EEG-Ableitung rechts parieto-occipital, Normalverstärkung×6
- Kanal o3,o4,o5: EEG Normalverstärkung
- Kanal o6: Elektrokardiogramm 1.Ableitung
- Kanal o7: Atemfrequenz
- Kanal o8: Mikrovibration

50μV entsprechen bei Normalverstärkung 6mm

Die Zufuhr der Narkosemittel und der Verlauf der Narkosen wurden von einem Facharzt für Anästhesiologie überwacht.

Bei den systematischen Kontrollen wurden simultan zwei Kanäle des EEG-Gerätes dem Biosignalprozessor PIO 16 zugeführt.

Wir wählten dazu die bipolaren Ableitungen der rechten Hemisphäre mit Elektrodenposition rechts präcentral-parietal (Analysekanal O1) und der rechten parieto-occipitalen Elektroden (Analysekanal O2) aus. Bei der Analyse wurden von den beiden Kanälen Epochen von circa 12 Sekunden dem Speicherwerk zugeführt, das daraufhin nach einer Auswertezeit von etwa 4 Sekunden in einer weiteren Periode von etwa 4 Sekunden die analysierten Werte auf einen XY-Schreiber übertrug. Es kam dadurch in den Analysekurven ein Leistungsspektrum (Power Spectrum) des rechten präcentral-parietalen Elektrodenpaares (in einem linken Bildteil) zum Ausdruck. Unmittelbar rechts daneben wurde das Leistungsspektrum des rechten parieto-occipitalen Elektrodenpaares geschrieben. Daneben wurden die Werte für die Intensität (Frequenz mal Amplitude) des Alphabereiches (7,5 bis 12 pro Sekunde) vom ersten Elektrodenpaar in Form von horizontalen Strichen und (im rechten Bildteil) für das Elektrodenpaar rechts parieto-occipital aufgezeichnet (siehe Abb. 4b-19b). In Abständen von 1mm folgte von allen aufeinanderfolgenden 20-Sekunden-Epochen der EEG-Ableitungen die analoge Aufzeichnung übereinander, sodass aus der Abfolge dieser Spektren ein guter Überblick über die zeitlichen Änderungen im Frequenzspektrum (Leistungsspektrum) des EEG bei den ca. 20 bis 80 Minuten dauernden Ableitungen gewonnen werden konnte.

Die Aufzeichnung mit dem Gerät BIO 16 erfolgte somit nahezu in Echtzeit (on-line) und lag beim Ende der Ableitung in übersichtlicher Schreibweise zum Auswerten vor.

Unabhängig davon erfolgt nachträglich eine visuelle Auswertung der EEG-Kurven durch einen Arzt. Es wurden in allen aufeinanderfolgenden 40-Sekunden-Epochen die Narkosestadien (Vigilanz) nach einem bestimmten Schema (nach Kugler siehe Abb. 2) visuell bestimmt. Bestimmten Wellenlängenkonstellationen im EEG werden dabei entsprechende Symbole ($A_0, A_1, A_2, B_0, B_1, B_2, \dots, E_0, E_1, E_2$ und F) zugeordnet. Diese Symbole beschreiben bestimmte Schlafstadien (Vigilanz : Vig.) oder Narkosestadien. So stehen z.B. die Symbole D_0, D_1, D_2 für das Stadium Mittlerer Schlaf oder Mittlere Narkose. In 40-Sekunden-Epochen wurden auch die Mikrovibration (MV) und die Graphoelemente (Vertex-Wellen: V, K-Komplexe : K, Sigma : δ , Rho : ρ , Theta : θ) ausgewertet.

Atemfrequenz (Atem $\dot{f}$) und Herzschlagfrequenz wurden in 60-Sekunden-Epochen ausgewertet.

Diese Ergebnisse wurden für jeden Probanden und Versuchstag in einem Protokollbogen zusammengefaßt (siehe Abb. 3).

Anhand dieser Protokollbogen wurden für alle Narkoseexperimente Verlaufsdiagramme gezeichnet (siehe Abb. 4a-19a), aus denen der Narkoseablauf in Form eines Narkogramms (NG), die Mikrovibration (MV), die Atemfrequenz (Atem), die Herzfrequenz (Herzfr.) und das Auftreten von Graphoelementen (V, K, δ , ρ , θ) während der gesamten Kontrollzeit abzulesen sind.

Die Abszisse trägt die Zeiteinheit. Die Abszisseneinteilung gilt für alle Diagramme einer Abbildung. Die Minutenangaben mit negativem Vorzeichen bedeuten die

Abb. 2

Einteilung der Schlaf- und Narkosestadien

Verhalten	EEG-Muster		Schmelzer	Narkosestadien	EEG-Muster
	Führendes Kennzeichen	Reaktion			Führendes Kennzeichen
Wachheit	Normvariante	Vis. Block-Reaktion (VBR)	W	Wachheit	Normvariante
Schlafträchtigkeit	α -Diffusion α niedrig, spärlich langsam	VBR verringert VBR paradox	I	Induktion	α -Abflachung
Einschlafen	niedrige δ σ niedrig, δ mittelhoch σ " " δ	VBR fehlt niedrige Vertex-W. hohe Vertex-W.			Gemischte rasche u. unterlg. langs. W.
Leichter Schlaf	hohe δ + σ , 30% d. Zeit hohe δ 50% d. Zeit langs. δ , fast konst.	K-Komplexe	L	Leichte Narkose	niedrige, langs. Tätigkeit, v. niedrigen raschen W. überlg.
Mittlerer Schlaf	δ bis 30% d. Zeit δ bis 50% d. Zeit δ bis 80% d. Zeit	breite K-Komplexe δ -Aktivitäten	M	Mittlere Narkose	mittelhohe bis hohe langsame Tätigkeit
Tiefer Schlaf	δ kontinuierlich δ sehr hoch δ sehr langsam u. hoch	keine	T	Tiefe Narkose	hohe langsame Tätigkeit
	periodisch langsame Gruppen/flache Strecken	keine	K	Komatöses Narkosestadium (TG) (Toleranzgrenze)	period. langs. Gruppen/fl. Strecken
Rasche Augenbewegungen	B/A REM mit Augenbeweg.	z. T. keine (B) z. T. Vertex-Wellen			

t* min	Vig.	MV	V	K	σ	φ	ϑ	t/ min	Herz- schlag- frequenz	Atm.
	A C	1								12
-10	C							-10	63	17
	C							-9	61	18
-8	0	2						-8	62	17
	0							-7	52	12
-6	0	1						-6	55	15
	1							-5	59	18
-4	1	3						-4	58	16
	1	1						-3	60	18
	C	1						-2	59	15
-2	1	1						-1	56	14
	1	1						0	61	16
	C	1						1	59	15
0	0	1						2	82	9
	0	1						3	94	13
	D 0	2			6			4	89	13
2	2	3H			7			5	80	17
	2	5H			8			6	80	17
	2	6H			8			7	79	18
4	1	5H			10			8	77	16
	C	3H			10			9	77	16
	C 0	2H			10			10	74	18
6	82				10			11	70	17
	1	1H			10			12	72	17
	1				10			13	75	17
8	1				10			14	67	16
	1				10			15	68	17
	1				10			16	60	17
10	1				10			17	60	18
	1				10			18	58	16
	1				8			19	60	18
12	1				10			20	62	17
	1				10					
	1	2			10					
14	1				8	1				
	0				8	2				
	C				8	1				
16	C	1			8	1				
	C				8					
	C				8	3				
18	C				8	2				
	0				1	7	3			
	1				1	7	4			
20	1				1	7	4			

Abb.: 3

Protokollbogen: Versuchsperson 4 19.3.1974

Die Werte wurden durch visuelle Auswertung
der polygraphischen Kontrollkurven ermittelt

Zeit vor Zuführung des Narkotikums. Zum Zeitpunkt Null (0) wurde das Narkotikum appliziert. Die Ordinate des Narkogramms trägt die Symbole für die Narkosestadien (Schlafstadien) A-F mit Untergruppen 0, 1, 2.

Die Ordinate der Diagramme Mikrovibration, Atem und Herzfrequenz gibt die Anzahl im entsprechenden Zeitintervall an.

Bei der Darstellung der Graphoelemente entsprechen auf der Ordinate Null (0) 0% und 1 100%.

Zusätzlich wurden die Narkogramme auf den äußersten rechten Bildteil der Analysekurve gezeichnet und zwar so, dass sie mit dem unteren Bildrand beginnen, mit dem oberen enden, die Wachstadien als Basis rechts und die tiefsten Narkosestadien links zeigen. Zu erkennen ist die Übereinstimmung zwischen den Power Spectra (20-Sekunden-Epochen der Analysen) und dem Narkogramm. (Siehe Abb. 4b - 19b)

III. MATERIAL

Zur Verfügung stehen uns 16 polygraphische EEG-Kurven und 15 Analysen des BIO 16 von vier Versuchspersonen. Das Alter der Versuchspersonen lag zwischen 23 und 28 Jahren (Mittel 25 Jahre). Es handelte sich ausschließlich um männliche Studenten. Alle Studenten stellten sich zu mehreren Narkosen zur Verfügung, sodaß für einige Vergleiche identisches Ausgangsverhalten zugrunde gelegt werden kann (Tab. 1).

Es wurden Narkosen mit verschiedenen injizierbaren und inhalierbaren Mitteln durchgeführt : Tabelle 2
Systematisch wurde als Prämedikation fünf bis zehn Minuten vor jeder Narkose 0,5 Milligramm Atropin injiziert.

Tabelle 1

Versuchsperson (Vp.)	Versuchs- tag	Prämedikation		NARKOTIKA	Menge (mg/kg KG)	Injektions- zeit (sec)
BA.Wi. 28 a 66 kg	1 7.3.74	Atropin 0,5 mg	Diazepam 10,0 mg	ETOMIDATE	0,23	60
	21.3.74	Atropin 0,5 mg	Diazepam 10,0 mg	ETOMIDATE FENTANYL	0,23 0,0023	60
	25.3.74	Atropin 0,5 mg		FLUNITRA- ZEPAM	0,03	60
	14.3.74	Atropin 0,5 mg		THICPENTAL	5,0	60
HE.He. 25 a 84 kg	2 15.3.74	Atropin 0,5 mg	Diazepam 10,0 mg	ETOMIDATE FENTANYL	0,18 0,0018	60
	20.3.74	Atropin 0,5 mg		METHOHEXITAL	1,5	60
	25.3.74	Atropin 0,5 mg		KETANEST	2,0	30
	6.3.74	Atropin 0,5 mg		PROPANIDID	5,0	60
SC.Ud. 26 a 96 kg	3 18.3.74	Atropin 0,5 mg	Diazepam 10,0 mg	ETOMIDATE FENTANYL	0,15 0,0015	60
	8.3.74	Atropin 0,5 mg		METHOHEXITAL	1,5	60
	22.3.74	Atropin 0,5 mg		DROPERIDOL	0,1	60
	20.3.74	Atropin 0,5 mg		FLUNITRA- ZEPAM	0,03	60
ZI.An. 23 a 65 kg	4 8.3.74	Atropin 0,5 mg		ETOMIDATE	0,23	60
	22.3.74	Atropin 0,5 mg	Diazepam 10,0 mg	ETOMIDATE FENTANYL	0,23 0,0023	60
	19.3.74	Atropin 0,5 mg		METHOHEXITAL	1,5	60
	26.3.74	Atropin 0,5 mg		KETANEST	2,0	30

Alle Versuchspersonen stellten sich zu mehreren Narkosen zur Verfügung

Tabelle 2

NARKOTIKA	Versuchsperson (Vp.)			
	Vp.1	Vp. 2	Vp. 3	Vp. 4
ETOMIDATE				ZI.An. 23 a am 8.3.74
Diazepam ETOMIDATE	BA.Wi. 28 a am 7.3.74			
Diazepam ETOMIDATE FENTANYL	BA.Wi. 28 a am 21.3.74	HE.He. 25 a am 15.3.74	SC.Ud. 26a am 18.3.74	ZI.An. 23a am 22.3.74
METHOHEXITAL		HE.He. 25a am 20.3.74	SC.Ud. 26a am 8.3.74	ZI.An. 23a am 19.3.74
DROPERIDOL (DHB)			SC.Ud. 26a am 22.3.74	
KETANEST		HE.He. 25a am 25.3.74		ZI.An. 23a am 26.3.74
FLUNITRAZEPAM (RO-HYPNOL)	BA.Wi. 28a am 25.3.74		SC. Ud. 26a am 20.3.74	
THIOPENTAL	BA.Wi. 28a am 14.3.74			
PROPANIDID		HE.He. 25a am 6.3.74		

Es wurden Narkosen mit verschiedenen injizierbaren
und inhalierbaren Narkosemitteln durchgeführt

IV. BEOBACHTUNGEN

Es kam bei allen intravenös eingeleiteten Narkosen (Injektionszeit 60 Sekunden) zu rasch einsetzenden EEG-Veränderungen, die im allgemeinen ein Induktionsstadium mit z.T. etwas verlangsamer, höherer Grundtätigkeit und rascher Aktivität und sodann den Übergang in leichte Narkosestadien mit gemischter Aktivität von langsamen und rascheren Wellen zeigte. Sodann stellten sich mittlere Narkosestadien mit höheren Anteilen und dichteren Folgen von langsameren Wellen und geringerer rascher Aktivität und tiefere Stadien mit der Dominanz sehr hoher, unregelmäßiger, langsamer Tätigkeit ein.

Die Leistungsspektren zeigen bei den einzelnen Narkosen eine unterschiedliche Aufteilung der Anteile von langsamer und rascher Tätigkeit und lassen die Dauer dieser Veränderungen gut erkennen.

Im Einzelnen wurde dabei beobachtet:

1. Der Etomidate-Versuch

Die Narkosedauer betrug 6 bis 7 Minuten. Kurz nach Beginn der Narkose war ein tiefes Narkosestadium erreicht, das aber rasch in eine mittlere Narkose überging. Etwa zehn Minuten nach Ende der Narkose war der Ausgangszustand wieder erreicht.

Der Proband zeigte vor Beginn der Narkose eine mittelhohe, spindelige α -Tätigkeit. Während der Narkose trat hohe langsame Tätigkeit im Frequenzbereich unter 4 Hertz und im Bereich von 6 Hertz auf, die von rascher α -Tätigkeit überlagert war. Gegen Ende der Narkose nahm die rasche Tätigkeit ab. Etomidate führte also zu einer kurzanhaltenden Aktivierung in den langsamen Frequenzbereichen. Dies ließ sich aus der Analyse gut ablesen. (Siehe Abb. 16b)

Graphoelemente traten während der Narkose im Sigma-Bereich auf.

Die Prämedikation mit Atropin schien anfangs eine Atemfrequenzerniedrigung zu bewirken. Während der Narkose stellte sich eine Atemfrequenz von ca. 15/min ein. Die Herzfrequenz wurde durch die Etomidate-Narkose von ca. 60/min auf 80/min erhöht. Der Wert von 60/min war ca. 20 Minuten nach Beginn der Narkose wieder erreicht.

2. Der Versuch mit Diazepam und Etomidate

Die Dauer der Narkose betrug ca. 7. bis 8 Minuten. Dabei wurde sehr rasch ein mittleres Narkosestadium erreicht. Kontinuierlich flachte die Narkose ab.

Bis etwa 45 Minuten nach dem Ende der Narkose war der Ausgangszustand noch nicht erreicht. Der Narkoseablauf schien ähnlich wie bei dem Versuch mit Etomidate allein. Diazepam schien allerdings das Ausklingen der Narkose zu verlangsamen.

Kurz nach Beginn der Narkose herrschten δ -Wellen vor. Diese langsamen Frequenzanteile nahmen jedoch nach dem Ausklingen der Narkose rasch ab und es bestanden weiter vermehrt rasche Frequenzanteile. Diazepam scheint also hauptsächlich eine Zunahme der raschen Frequenzanteile zu bewirken, während Etomidate nur eine kurzanhaltende Aktivierung der langsamen Frequenzanteile hervorruft.

Graphoelemente fanden wir fast ausschließlich im Sigma-Bereich. Diese bestanden schon vor Beginn der Narkose und wurden durch die Narkose kaum beeinflusst.

Die Atemfrequenz wurde durch die Narkose wenig beeinflusst. Die Herzfrequenz wurde durch die Narkose von ca. 45/min auf etwa 63/min. erhöht.

3. Der Versuch mit Diazepam, Etomidate und Fentanyl.

Die Narkosedauer betrug zwischen 2 1/2 und 10 Minuten (Mittel ca. 5 Minuten).

In drei von vier Versuchen wurde ein mittleres, in einem Fall sogar ein tiefes Narkosestadium erreicht. In allen vier Fällen führte die Zufuhr von Diazepam zu einem Induktionsstadium. Etwa 1/2 bis 2 1/2 Minuten nach Zufuhr von Etomidate und Fentanyl war ein mittleres Narkosestadium erreicht. In drei von vier Fällen schien das Abklingen der Narkose im Vergleich zur Etomidate-Narkose deutlich verzögert.

Wie zu erwarten trat nach Gabe von Diazepam eine Vermehrung der Aktivität der raschen Frequenzanteile auf.

Nach Gabe von Etomidate und Fentanyl erfolgte eine Aktivitätszunahme in den langsamen Frequenzbereichen unter 4 Hertz und unter 6 Hertz. Diese langsamen Frequenzanteile bestanden auch noch länger nach Ausklingen der Etomidate-Narkose, was sich auf den Einfluß von Fentanyl zurückführen läßt.

In einem Fall (siehe Abb. 8b) wurde eine individuelle Besonderheit erkannt. Es zeigte sich in der Analyse schon im Ausgangsverhalten ein Aktivitätsgipfel im 6 Hertz-Bereich.

Graphoelemente traten nach Zufuhr von Diazepam im Sigma-Bereich in allen 4 Fällen auf. In einem Fall wurden K-Komplexe und Graphoelemente im Rho-Bereich nach Ausklingen der Etomidate-Narkose registriert.

Die Atemfrequenz stieg in zwei Fällen vor der Narkose an und sank dann wieder leicht ab. In den beiden anderen Fällen nahm die Atemfrequenz während der gesamten Versuchszeit leicht ab. Der Höchstwert war 20/min, der niedrigste Wert 10/min. Die Herzfrequenz nahm in allen vier Fällen nach Gabe von Atropin ab, stieg während der Narkose an und nahm dann wieder ab. Maximalwert war 90/min, Minimalwert war 50/min.

4. Der Methohexital-Versuch

Die Narkosedauer betrug 2 bis 4 1/2 Minuten (Mittel ca. 3 Minuten).

In allen drei Fällen wurde nach ca. 1 bis 2 Minuten eine mittlere Narkose erreicht. In allen drei Fällen zeigte sich das Narkogramm nach Abklingen der Narkose auffallend beständig über 10 bis 25 Minuten (Mittel ca. 15 Minuten) im Bereich Einschlafen (B_0 , B_1 , B_2).

Die Analysen zeigten in allen drei Fällen nach Gabe von Methohexital sowohl eine Zunahme in den raschen als auch in den langsamen Frequenzbereichen. Nach dem Ende der Narkose zeigte sich ein langsames Ausklingen der langsamen Tätigkeit und eine länger anhaltende rasche Tätigkeit bzw. eine langsamere Abnahme der raschen Anteile. Auch bei der Methohexital-Narkose wurde in der Analyse wieder die individuelle Besonderheit im 6 Hertz-Bereich von Versuchsperson 2 (siehe Abb.9b) festgestellt.

Charakteristische Unterschiede der Methohexital-Analysen zu den Analysen der Narkosen mit Etomidate und Fentanyl zeigten sich somit nicht. Graphoelemente wurden in allen drei Fällen nach Gabe von Methohexital registriert.

In zwei Fällen wurde keine wesentliche Änderung der Atemfrequenz während der Versuchsdauer festgestellt. In einem Fall stieg die Atemfrequenz deutlich von 10/min auf 20/min an.

Die Herzfrequenz stieg in allen drei Fällen nach Gabe von Methohexital deutlich an (im Mittel um ca. 25/min.) und fiel dann kontinuierlich auf den Ausgangswert.

5. Der Droperidol-Versuch

Etwa 15 Minuten nach Gabe von Droperidol wurde nur eine leichte Narkose erreicht. Über etwa 20 Minuten schwankte nun der Proband an der Grenze leichte Narkose / Einschlafen. Das heißt eine echte Narkose wurde nur periodisch jeweils über wenige Minuten erzielt.

Ausgehend von einer niedrigen α -Tätigkeit stellte sich nach Gabe von Droperidol in der Analyse eine langanhaltende Zunahme der langsamen Frequenzbereiche unter 8 Hertz ein. Es zeigte sich auch ein Gipfel im 14 Hertz-Bereich, der als individuelle Besonderheit zu werten ist (siehe Abb. 14b und auch 12b).

Graphoelemente traten nach Gabe von Droperidol im Sigma-, Theta- und Rho-Bereich auf. Ebenso wurden wenige Vertex-Wellen gefunden.

Die Atem-Frequenz wurde durch Droperidol kaum beeinflusst, dagegen stieg die Herzfrequenz von ca. 85/min auf maximal 105/min nach Gabe von Droperidol und pendelte sich dann wieder auf den Ausgangswert ein.

6. Der Ketanest-Versuch

Nur in einem der beiden Ketanest-Versuche wurde eine leichte Narkose von ca. 2 1/2 Minuten Dauer erreicht. Dabei wurde der Narkosebeginn ca. 6 Minuten nach Gabe von Ketanest erzielt. Auffallend für beide Versuche war das abklingende Stadium. Etwa 20 Minuten lang nach Narkoseende verharrten die Probanden im Stadium Aufwachen, anschließend für den Rest der Versuchszeit im Stadium Schläfrigkeit. Ketanest scheint also eine besonders lang anhaltende, wenn auch nicht tiefe Wirkung zu haben.

Nach Ketanest zeigte sich in der Analyse starke Aktivations des Frequenzbereiches zwischen 4 und 8 Hertz. Im einen Fall war dies mitbedingt durch die schon erwähnte individuelle 6-Hertz-Tätigkeit. Das Ausmaß der Aktivierung übertraf aber die vorher beobachtete 6 Hertz-Tätigkeit weit. Die Aktivierung in den langsamen Frequenzbereichen hielt erstaunlich lange an, im einen Fall wurde bis zur 85. Minute aufgezeichnet.

Graphoelemente wurden nach Ketanest in beiden Fällen sowohl im Theta- als auch im Sigabereich registriert. Die Atemfrequenz schwankte in beiden Fällen recht stark (Maximalwert: 25/min-; Minimalwert: 5/min).

Die Herzfrequenz wurde durch Ketanest enorm gesteigert; im einen Fall von 70/min auf ca. 125/min, im anderen Fall von ca. 50/min auf 115/min. Ketanest scheint also den stärksten Einfluß auf die Herzfrequenz zu haben.

7. Der Ro-Hypnol-Versuch (Flunitrazepam)

Bei beiden Ro-Hypnol-Versuchen wurde etwa 1 1/2 bis 2 Minuten nach Gabe des Narkotikums das Stadium Einschlafen erreicht. Dieser Zustand blieb auffallend unverändert bis zum Ende der Versuchszeit.

Die Analyse zeigt in beiden Fällen nach Ro-Hypnol eine auffällige Aktivierung der rascheren Frequenzanteile über 12 Hertz und besonders in einem Fall auch der langsameren Frequenzanteile. Diese auffällige Aktivierung hielt über die gesamte Versuchsdauer an.

Graphoelemente wurden in beiden Fällen hauptsächlich im Sigma-bereich registriert.

Die Atmung blieb bei beiden Versuchen wenig beeinflusst. Die Herzfrequenz schwankte in einem Fall während der Kontrollzeit um ca. 80/min , während sie im anderen nach Ro-Hypnol von ca. 50/min auf ca 70/min anstieg und dann wieder leicht abnahm.

8. Der Thiopental-Versuch

Etwa 2 Minuten nach Gabe von Thiopental wurde eine mittlere Narkose erreicht, die allmählich in eine leichte Narkose überging. Die Narkosedauer betrug ca. 2 1/2 Minuten. Etwa 30 bis 35 Minuten dauerte der Übergang von der leichten Narkose zum Wachzustand.

Nach Gabe von Thiopental traten Graphoelemente im Sigma-Bereich und sehr wenige Vertex-Wellen auf.

Die Atmung schien durch die Narkose unbeeinflusst.

Die Herzfrequenz stieg nach Thiopental von etwa 55/min auf 75/min an.

Leistungsspektren standen für diesen Versuch nicht zur Verfügung.

9. Der Propanidid-Versuch

Etwa 1 1/2 Minuten nach Gabe von Propanidid wurde eine leichte Narkose erreicht, die in eine mittlere Narkose wechselte und wieder in eine leichte Narkose abflachte. Die Narkosedauer betrug 4 Minuten. Schon in der zehnten Minute nach Zufuhr von Propanidid war das Ausgangsstadium wieder erreicht. Es handelte sich also um eine ausgesprochene Kurznarkose. In der Analyse zeigte sich eine flüchtige aber starke Leistungszunahme in den unteren Frequenzbereichen unter 6 Hertz. Während der Narkose traten Graphoelemente im Sigma-Bereich auf. Die Atemfrequenz schien nach Propanidid unverändert. Die Herzfrequenz stieg während der Narkose kurz von ca. 60/min auf ca. 78/min an.

Die einzelnen Versuche:

Text zu Abb. 4a

Narkogramm (NG):

Unmittelbar nach Gabe von Diazepam stellt sich das Stadium Einschlafen oder Induktion (B₁) ein, das bis zur Gabe von Etomidate nach ca. 15 min andauert. Kurz (1-2 min.) nach Gabe von Etomidate wird ein mittleres Narkosestadium (D₂) erreicht, wobei wir in der ersten Minute in 80% der Zeit δ -Wellen messen. Dieses Stadium wird rasch in Richtung Übergang Leichte Narkose/ Mittlere Narkose (C₂/ D₀) verlassen. Nach ca. 8 Minuten stellt sich wieder das Stadium Induktion (B₁) ein. Nach weiteren ca. 10 min flacht auch dieser Zustand ab und es stellt sich zunehmend Schläfrigkeit (A₁/A₂) ein. Ca. 55 min nach Gabe von Etomidate wurde die Messung abgebrochen.

Atem:

Die Atemfrequenz hielt sich nahezu konstant bei 12/min . Lediglich kurz nach Gabe von Etomidate erreichte sie den Spitzenwert von 15/min .

Mikrovibration (MV) wurde nicht gemessen.

Herzfr.:

Die Herzfrequenz war bis zur Gabe von Etomidate gleichmässig niedrig bei ca. 45/ min und stieg bei Injektion von Etomidate rasch auf ca. 63/min . Die Herzfrequenz pendelte sich dann bei ca. 55/min bis gegen Ende der Messung ein.

Graphoelemente:

Schon vor Beginn der Narkose findet man Graphoelemente fast ausschließlich im Sigma-Bereich.

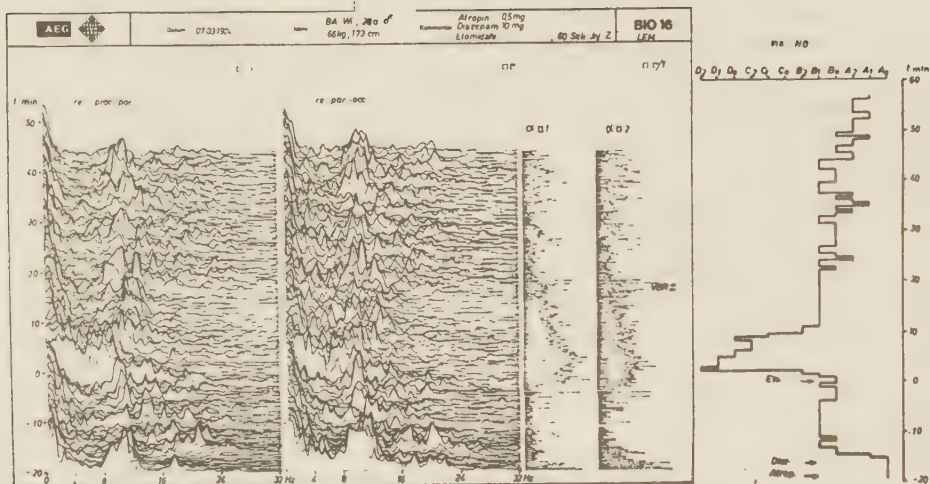


Abb. 4b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Die Leistungsspektren rechts präcentral-parietal (re.präc-par) und rechts parietal-occipital (re.par-occ) zeigen nach der relativ geringen Diazepam-Dosis rasche Frequenzanteile, nach der i.v.-Etomidate-Injektion die Leistungszunahme in den langsamen Frequenzbereichen und nach Ausklingen der Etomidate-Narkose die Abnahme in den langsamen Frequenzanteilen und das Fortbestehen rascher Wellen.

Versuchsperson (Vp.) 1 BA. Wi. 28a Versuchstag

siehe Abb. 5a, 5b

21.3.74

Atropin	0,5 mg
Diazepam	10,0 mg
ETOMIDATE	0,23 mg/ kg KG
FENTANYL	0,0023 mg/kg KG

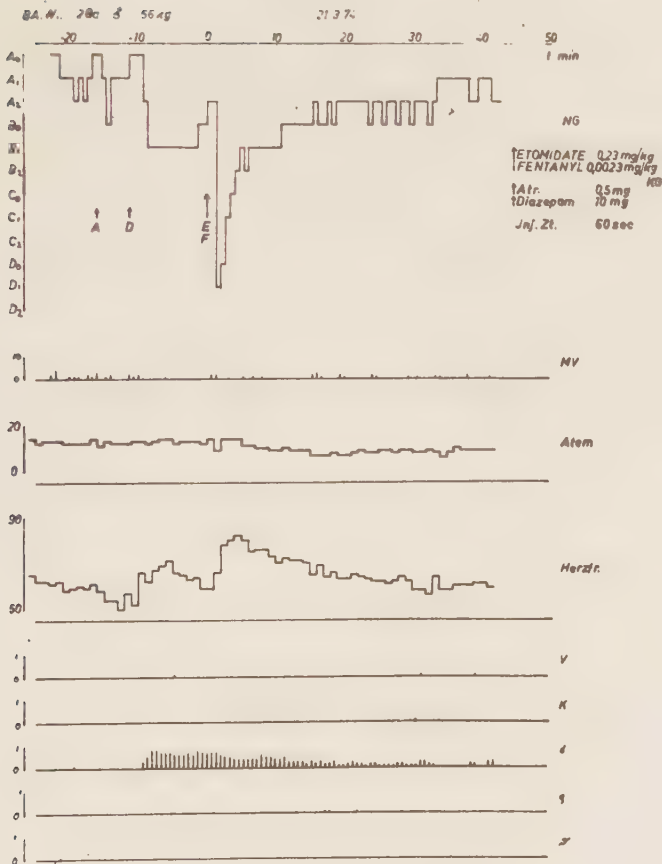


Abb. 5a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 5a

Narkogramm (NG):

Im entspannten Anfangszustand pendelt Vp. 1 ohne Medikation zwischen Wachzustand und Stadium Schläfrigkeit (A_0/A_2), was sich auch durch Gabe von Atropin nicht wesentlich ändert. Bei Gabe von Diazepam erreicht Vp. 1 wie in Abb. 4a das Stadium Einschlafen (B_1). Nach Gabe von Fentanyl und Etomidate scheint das Stadium Mittlere Narkose (D_1) unmittelbar erreicht als im vorhergehenden Versuch, jedoch klingt auch die Narkose rascher (in ca. 5 bis 6 Minuten) wieder ab auf das Stadium Einschlafen (B_2/B_1). Nach weiteren 5 bis 6 Minuten pendelt sich Vp. 1 ein an der Grenze Schläfrigkeit / Einschlafen (A_2/B_0). Dauer ca. 15 Minuten. Nach weiteren 10 bis 15 Minuten ist wieder das Stadium Schläfrigkeit (A_1/A_2) erreicht.

Mikrovibration (MV):

Die gleichmässige Registrierung nimmt während der Narkose an Häufigkeit ab.

Atem:

Die Atemfrequenz bleibt bis zur Gabe von Etomidate/Fentanyl auf ca. 13/min und sinkt dann auf ca. 10/min.

Herzfr.:

Die anfängliche Herzfrequenz von ca. 60/min fällt nach Gabe von Atropin auf ca. 53/min, steigt nach Gabe von Diazepam unregelmässig auf ca. 65/min an, fällt kurz vor Gabe von Etomidate und Fentanyl leicht ab und steigt nach Gabe von Etomidate und Fentanyl auf wenig über 80/min und fällt langsam während der nächsten dreissig Minuten auf ca. 60/min zurück.

Graphoelemente:

Nach Gabe von Diazepam Auftreten von Sigma-spindeln.

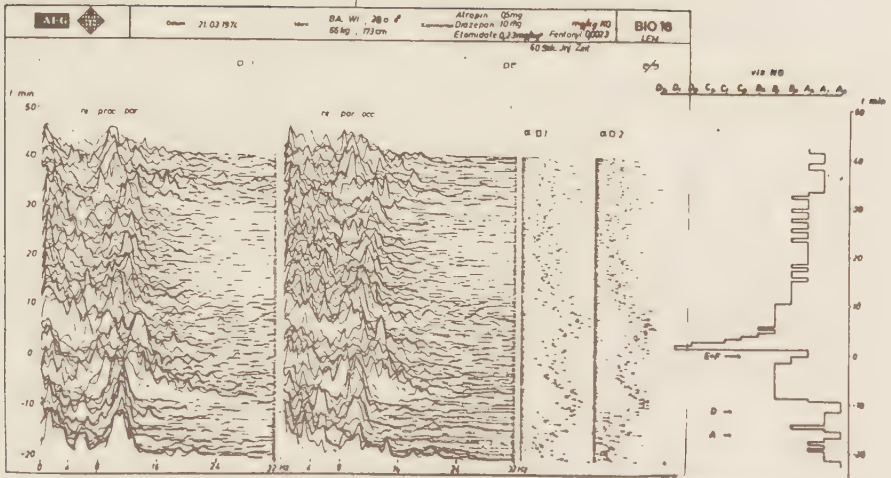


Abb. 5b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Schon vor der Prämedikation langsame Wellen, offenbar durch spontane Schläfrigkeit bedingt! Dann mehr langsame Wellen als beim Etomidate-Versuch. Die Leistungsspektren zeigen nach der Kombination von Diazepam, Etomidate und Fentanyl bereits nach der Gabe von Diazepam eine Vermehrung sowohl rascher wie auch langsamer Frequenzen, nach Etomidate höhere Anteile langsamer Frequenzen und deren Fortbestand nach Ausklingen der Etomidate-arkose, offenbar durch den anhaltenden Fentanyleffekt bedingt.

Versuchsperson (Vp.) 1 BA. Wi. 28a Versuchstag
25.3.74

siehe Abb. 6a, 6b

Atropin 0,5 mg
RO 5-4200 0,03 mg/kg KG
(Flunitrazepam)

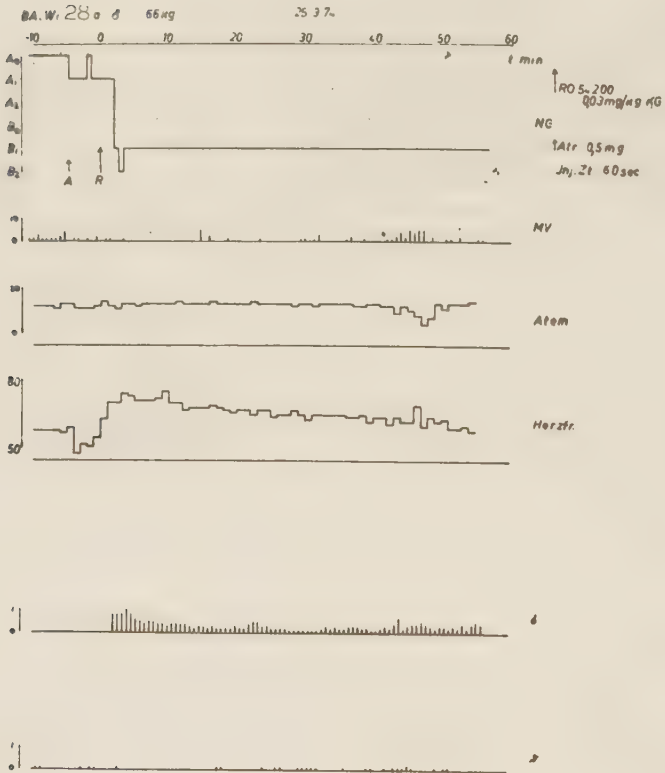


Abb. 6a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 6a

Narkogramm (NG):

Ein ganz anderes Bild zeigt das Narkogramm bei Gabe von RO 5-4200. Nach Gabe von RO 5-4200 stellt sich das Stadium Induktion (B_1) ein und bleibt völlig unverändert bis zum Ende der Messung nach ca. 58 Minuten .

Mikrovibration (MV):

Die Mikrovibration nimmt bei Gabe von RO 5-4200 ab und mit zunehmender Versuchsdauer wieder zu.

Atem:

Die Atemfrequenz bleibt nahezu unverändert bei ca. 13/min . Lediglich gegen Ende der Kontrollzeit fällt sie auf 5/min ab, steigt dann aber wieder auf den Ausgangswert.

Herzfr.:

Die Herzfrequenz fällt nach einer Anfangsfrequenz von ca. 58/min nach Gabe von Atropin auf weniger als 50/min und steigt aber nach Gabe von RO 5-4200 auf über 70/min. Ca. 8 bis 10 Minuten später fällt sie kontinuierlich und erreicht gegen Ende der Versuchszeit wieder den Ausgangswert.

Graphoelemente :

Nach Gabe von Ro 5-4200 finden wir Graphoelemente im Sigma-bereich und wesentlich seltener im Theta-Bereich.

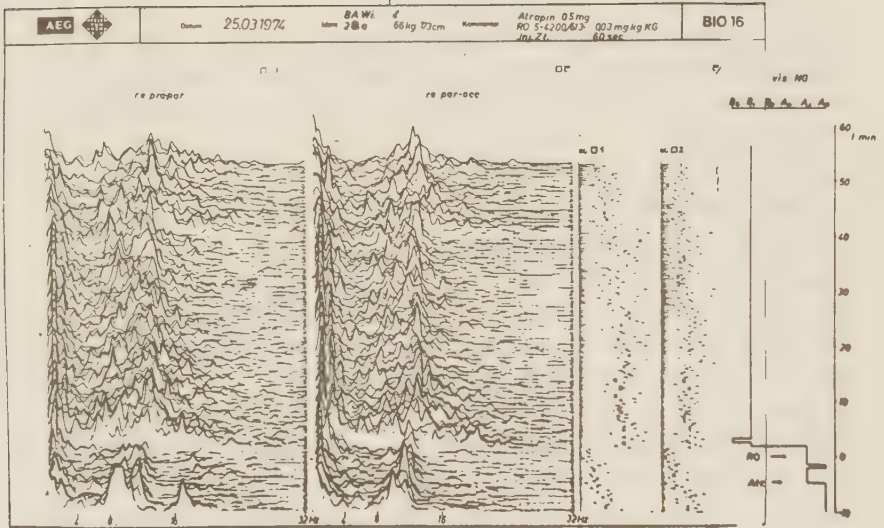


Abb. 6b Leistungsspektren (Power Spectra):

Die Leistungsspektren nach RO- Hypnot (RO 5-4200) zeigen den raschen Eintritt einer Zunahme der Leistung sowohl in lang-samen als auch in raschen Frequenzbereichen, die für die ganze Zeitdauer der Kontrolle anhält.

Versuchsperson (Vp.) 1 BA.Wi. 28a Versuchstag 14.3.74

siehe Abb. 7a

THIOPENTAL

5 mg/kg KG

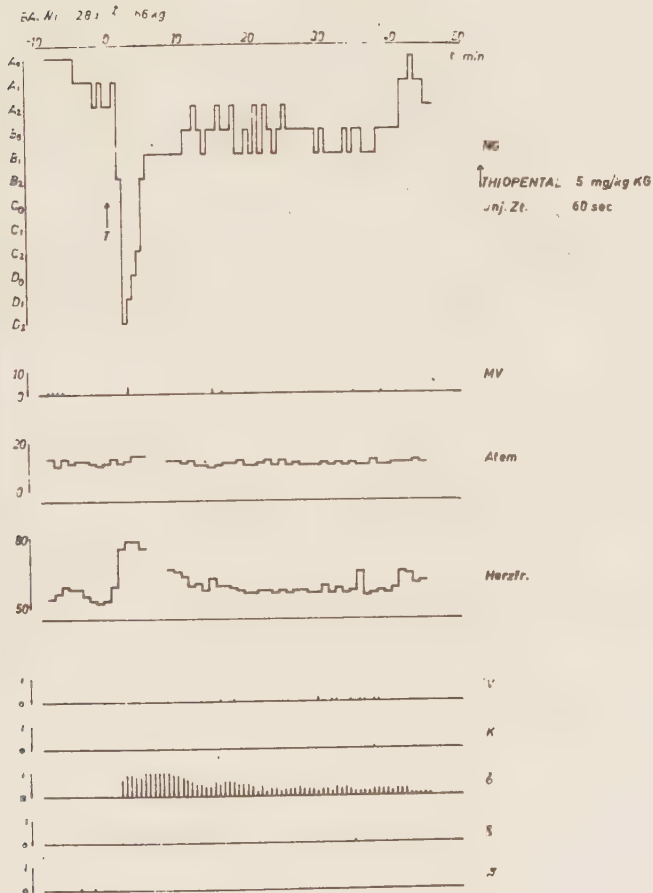


Abb. 7a. Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 7a

Narkogramm (NG):

Nach Gabe von Thiopental wird ebenso rasch wie in Abb. 4a das Stadium Mittlere Narkose ($D_2/D_1/D_0$) erreicht. Nach ca. 3 Minuten, also ebenso rasch wie in Abb. 5a ist das Stadium Einschlafen (Aufwachen B_1) erreicht. Dauer ca. 35 Minuten. Danach stellt sich die Ausgangslage (A_0/A_2) ein.

Mikrovibration (MV) :

Nur sehr selten Registrierungen.

Atem:

Atemfrequenz vor Gabe von Thiopental bei ca. 13/min schwankend, Nach Gabe von Thiopental bleibt die Atemfrequenz ziemlich konstant bei ca. 12 bis 13 /min .

Herzfr.:

Die Herzfrequenz schwankt vor der Narkose bei ca. 55/min, steigt nach Gabe von Thiopental rasch auf ca. 75/min für die Dauer der Narkose, fällt dann langsam auf ca. 55/min und steigt gegen Ende der Versuchszeit etwas an.

Graphoelemente:

Nach Gabe von Thiopental treten Sigma-Spindeln auf, gegen Ende der Narkose finden wir Vertex-Wellen.

Leistungsspektren (Power Spectra) stehen für diesen Versuch nicht zur Verfügung.

Versuchsperson (Vp.) 2 HE.He. 25a Versuchstag 15.3.74

siehe Abb. 8a, 8b

Atropin	0,5 mg
Diazepam	10,0 mg
ETOMIDATE	0,18 mg/kg KG
FENTANYL	0,0018 mg/kg KG

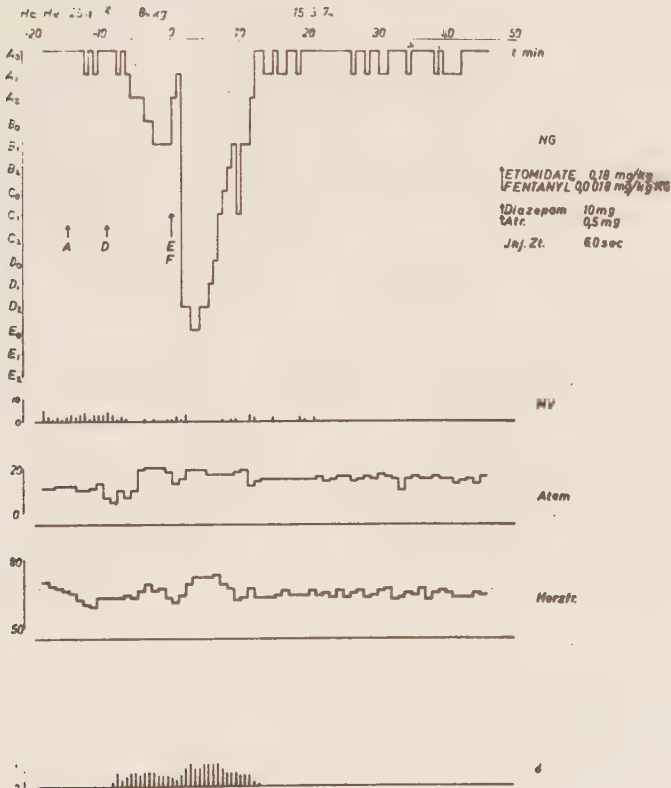


Abb. 8a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 8a

Narkogramm (NG) :

Nach Gabe von Atropin und auch bis ca. vier Minuten nach Gabe von Diazepam pendelt das Narkogramm zwischen Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_2). Innerhalb der nächsten 5 bis 6 Minuten steigt es an bis zum Stadium Einschlafen (B_1) und fällt dann 1 bis 2 Minuten vor Gabe von Etomidate und Fentanyl zurück in das Stadium Einschlafen (A_1). Kurz nach Injektion von Etomidate und Fentanyl (1 bis 2 Minuten) wird das Stadium Tiefer Schlaf (Tiefe Narkose E_0) erreicht. Innerhalb der nächsten 6 bis 7 Minuten fällt das Narkogramm auf das Stadium Induktion (Einschlafen B_1) zurück, steigt noch einmal kurz auf Leichte Narkose (Leichter Schlaf C_1) und fällt dann wider auf das Stadium Wachheit/Schläfrigkeit (A_0/A_1). Dauer der Narkose ca. 8 bis 9 Minuten.

Mikrovibration (MV) :

Häufige Registrierung vom Beginn der Versuchszeit bis zum Beginn des Einschlafens. Seltener Registrierung bis zum Ende der Narkose, dann keine Registrierung mehr.

Atem:

Anfangs, ca. 10/min. Nach Gabe von Diazepam sinkt die Atemfrequenz ab, steigt dann auf ca. 18/min und sinkt nach Gabe von Etomidate und Fentanyl auf ca. 15/min, steigt während der Narkose auf ca. 17 bis 18/min und pendelt sich dann auf ca. 15/min ein.

Herzfr.:

Die Herzfrequenz fällt von ca. 65/min nach Gabe von Atropin kontinuierlich bis unter 60/min ab, schwankt nach Gabe von Diazepam um 65/min. steigt während der Narkose bis auf ca. 70/min und pendelt dann bis zum Ende der Versuchszeit um ca. 65/min.

Graphoelemente:

Nach Gabe von Diazepam treten Sigma-Spindeln auf, die nach den tieferen Narkosestadien verschwinden.

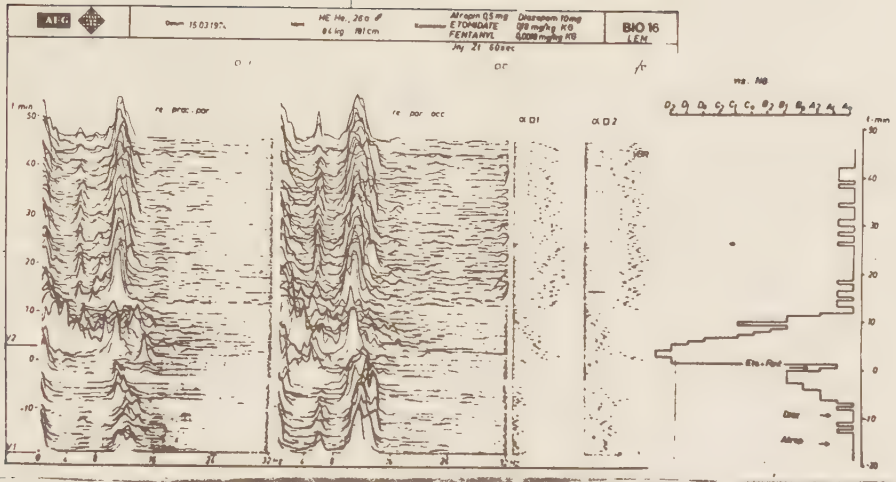


Abb. 8b : Leistungsspektren (Power Spectra) :

Nach Kombination von Etomidate mit Fentanyl Zunahme der Leistung in den langsamen Frequenzbereichen, nach Ausklingen der Etomidate-Narkose lang anhaltende Aktivitätsgipfel im 6 Hertz - Bereich (bemerkenswerte Unterschiede auf Grund des unterschiedlichen individuellen Ausgangsverhaltens gegenüber Versuchspersonen BA. Wi.). Der Aktivitätsgipfel im 6 Hertz-Bereich stellt eine individuelle Besonderheit dar; Änderungen der Verstärkung bewirken andere Bilder (niedrigere Gipfel der raschen Tätigkeit werden unkenntlich).

Versuchsperson (Vp.) 2
siehe Abb. 9a, 9b

HE.He. 25a

Versuchstag
20.3.74

Atropin

0,5 mg

METHOHEXITAL

1,5 mg/kg KG

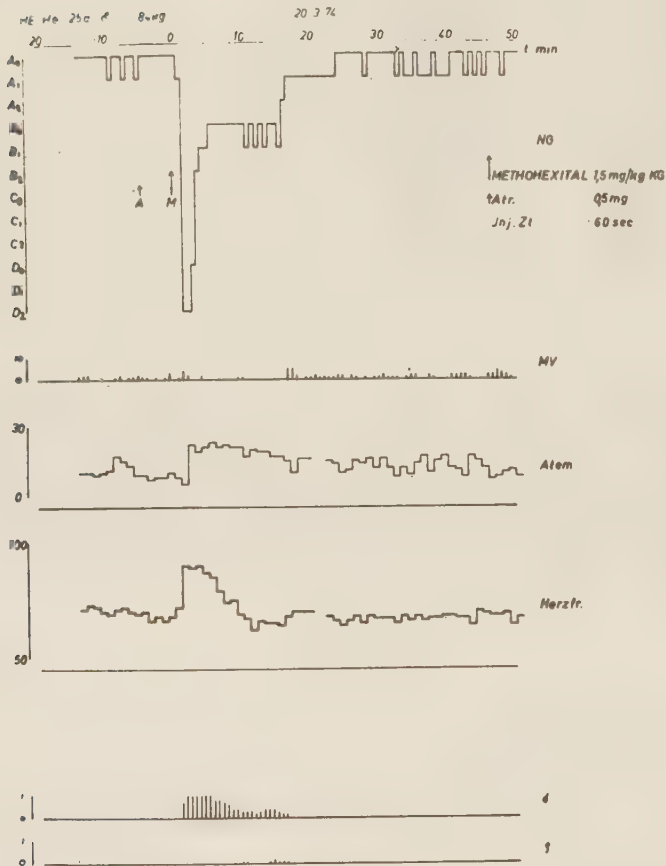


Abb. 9a

: Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 9a

Narkogramm (NG) :

Unmittelbar nach Gabe von Methohexital stellt sich das Stadium Mittlere Narkose (D_2) ein. Dieses Stadium geht nach ca. 2 bis 3 Minuten über in das Stadium Einschlafen(B_0/B_1)-Aufwachen . Nach weiteren 10 Minuten stellt sich das Stadium Schläfrigkeit (A_1) ein, welches ebenfalls ca. 10 Minuten andauert. Der Rest (ca. 25 Minuten) der Versuchszeit pendelt zwischen Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_1) .

Mikrovibration (MV) :

Gleichmässige Registrierung während der gesamten Versuchszeit mit Ausnahme von ca. 15 Minuten Dauer nach Gabe von Methohexital, während der nur selten Mikrovibration auftritt.

Atem:

Zu Beginn der Versuchszeit schwankt die Atemfrequenz unregelmässig zwischen 10/min. und ca. 18/min . Nach Gabe von Atropin schwankt die Atemfrequenz um ca. 10/min mit leicht abnehmender Tendenz. Nach Gabe von Methohexital steigt die Atemfrequenz auf ca. 20/min . Nach der Narkose zeigt sich eine abnehmende Tendenz. Während der zweiten Hälfte der Versuchszeit schwankt die Atemfrequenz um ca. 15/min.

Herzfr.:

Bis zur Gabe von Methohexital schwankt die Herzfrequenz um 70/min. Nach Gabe von Methohexital steigt die Herzfrequenz auf über 90/min. Nach dem Ende der Narkose fällt die Herzfrequenz auf ca. 65/min, steigt jedoch wieder leicht an und schwankt bis zum Ende der Versuchszeit um ca. 68/min.

Graphoelemente:

Nach Gabe von Methohexital finden wir Grapho-Elemente im Sigma-Bereich und wesentlich seltener im Rho-Bereich.

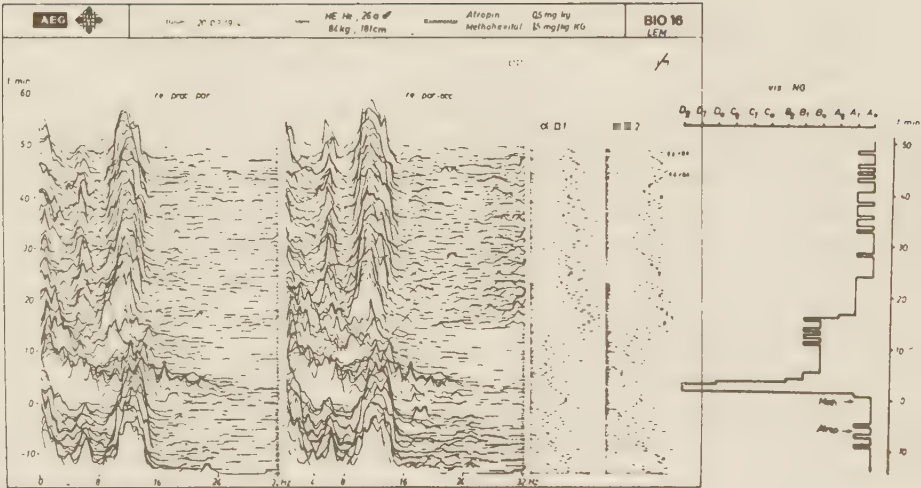


Abb. 9b : Leistungsspektren (Power Spectra) :

Nach Methohexital bei tiefer Narkose Zunahme der Leistung in den langsamen Frequenzbereichen, nach Ausklingen der Narkose Persistenz eines Gipfels im 6 Hertz-Bereich und auch anhaltende Leistungszunahme in den raschen Frequenzbereichen von 26 bis 32 Hertz. Der ausgeprägte Gipfel im 6 Hertz-Bereich scheint individuellen Besonderheiten zu entsprechen (vgl. BA.Wi. Abb. 4b bis 6b). Die Unterschiede gegenüber der Kombination Etomidate mit Fentanyl ist zum Teil durch eine andere Geräteeinstellung mit geänderten Verstärkungsfaktoren bedingt. Der 6 hz - Gipfel ist eine Besonderheit dieser Versuchspersonen; man könnte irrtümlicherweise vermuten, daß diese Aktivität eine Besonderheit des Narkotikums sei. Der Vergleich mit den anderen Abbildungen zeigt aber, daß es sich um ein individuelles Charakteristikum handelt. Es kommen in Analysen somit auch besondere individuelle Unterschiede zum Vorschein, von denen die Gemeinsamkeiten und Charakteristika der einzelnen Narkosemittel sorgfältig unterschieden werden müssen.

Versuchsperson (Vp.) 2

HE.He. 25a

Versuchstag

siehe Abb. 10a, 10b

25.3.74

Atropin

0,5 mg

KETANEST

2,0 mg/kg KG

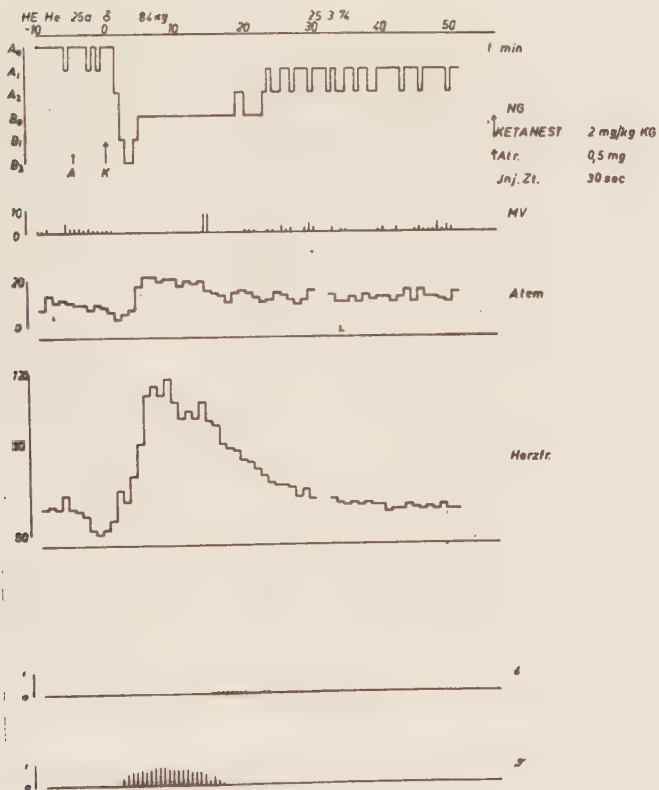


Abb. 10a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 10a

Narkogramm (NG) :

Vom Beginn der Versuchszeit bis kurz nach Injektion von Ketanest schwankt das Narkogramm zwischen Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_1). Kurz (2 bis 3 Minuten) nach Gabe von Ketanest steigt das Narkogramm bis zum Stadium Einschlafen (B_2). Von diesem Gipfel fällt das Narkogramm auf die unterste Markierung Einschlafen (B_0) und bleibt dort für etwa zwanzig Minuten. Nach dieser Zeit fällt das Narkogramm zurück in das Stadium Schläfrigkeit (A_1/A_2) und pendelt bis zum Ende der Versuchszeit zwischen A_1 und A_2 . Das heisst ein Narkosestadium wird nicht erreicht.

Mikrovibration (MV):

Bis zur Gabe von Ketanest häufig, dann werden nur vereinzelte Impulse registriert. In der zweiten Hälfte der Versuchszeit wieder regelmässige Registrierung.

Atem:

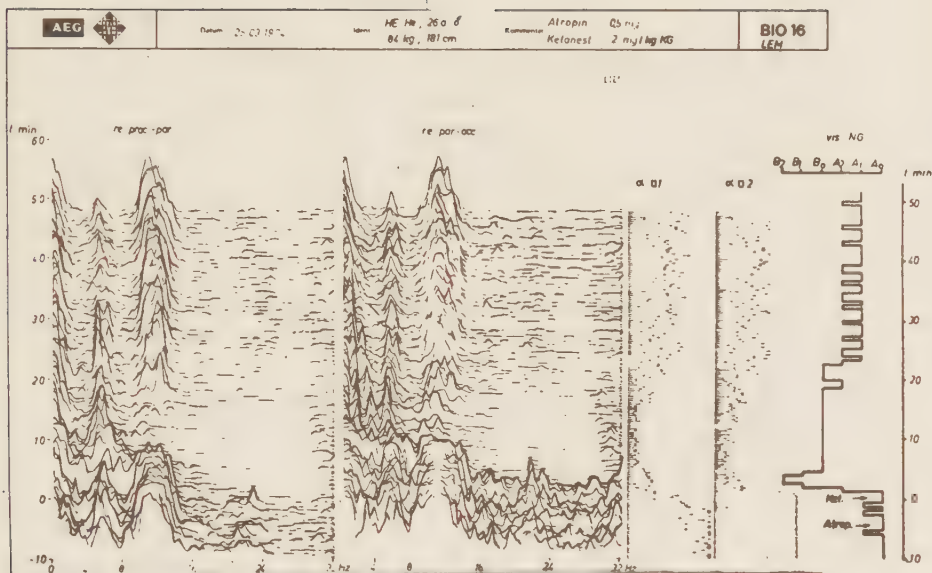
Bis zur Gabe von Atropin schwankt die Atemfrequenz um 10/min . Dann fällt sie ab bis unter 5/min. Nach Gabe von Ketanest steigt die Atemfrequenz über 20/min und in der zweiten Hälfte der Versuchszeit schwankt die Atemfrequenz wieder um 12/min.

Herzfr.:

Anfangs schwankt die Herzfrequenz um 62/min . Nach Gabe von Atropin fällt sie bis unter 50/min. Nach Gabe von Ketanest steigt die Herzfrequenz allmählich bis über 115/min . Vom Maximum aus fällt die Herzfrequenz bis zur zweiten Hälfte der Versuchszeit und pendelt sich dann auf den Ausgangswert von 62/min ein.

Graphoelemente:

Nach Ketanest finden wir häufig Theta-Wellen. und wesentlich seltener Graphoelemente im Sigma-Bereich



Versuchsperson (Vp.) 2 HE.He. 25a
 siehe Abb. 11a, 11b

Versuchstag
 6.3.74

PROPANIDID

5,0 mg/kg KG

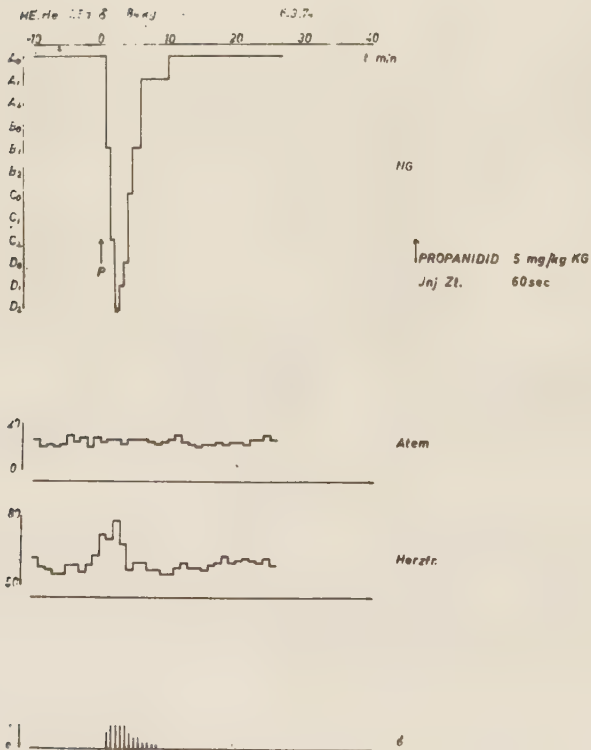


Abb. 11a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 11a

Narkogramm (NG) :

Beginnend vom Stadium Wachheit (A_0) steigt das Narkogramm nach Gabe von Propandid sprunghaft in 1 bis 2 Minuten an zum Stadium Mittlerer Schlaf (Mittlere Narkose D_2) . Nach relativ kurzer Zeit (6 bis 8 Minuten) ist wieder das Ausgangsstadium Wachheit (A_0) erreicht.

Mikrovibration (MV) wurde nicht aufgezeichnet.

Atem:

Die Atemfrequenz schwankte während der gesamten Versuchszeit zwischen den relativ engen Grenzen 10/min und 15/min.

Herzfr.:

Die Herzfrequenz pendelt bis zum Beginn der Narkose unregelmässig um 60/min. Während der Propanidid-Narkose steigt sie bis ca. 78/min und pendelt sich kurz nach Ende der Narkose um ca. 60/min ein.

Graphoelemente:

Nach Propanidid finden wir nur wenige Sigma-Spindeln.

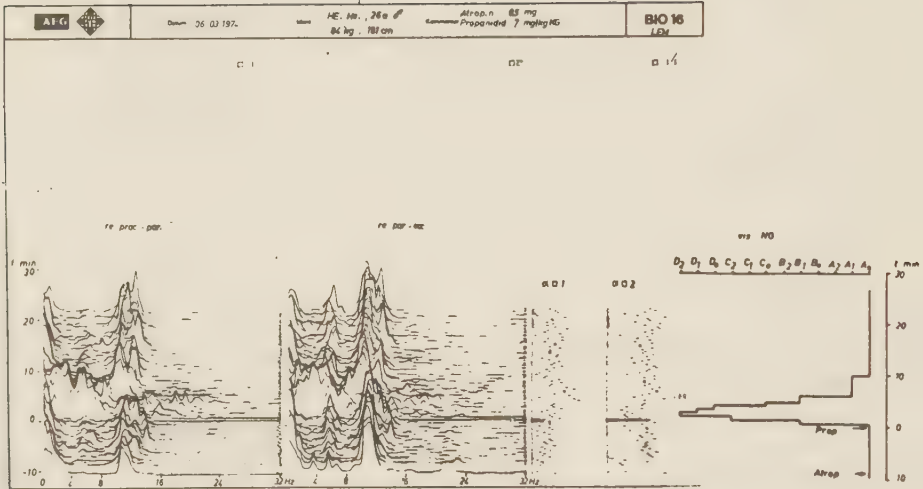


Abb. 11b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach Propanidid treten flüchtige, starke Leistungszunahmen in den unteren Frequenzbereichen unter 6 Hertz auf.

Versuchsperson (Vp.) 3 SC.Ud. 26a
 siehe Abb. 12a, 12c

Versuchstag
 18.3.74

Atropin	0,5 mg
Diazepam	10,0 mg
ETOMIDATE	0,15 mg/kg KG
FENTANYL	0,0015 mg/kg KG

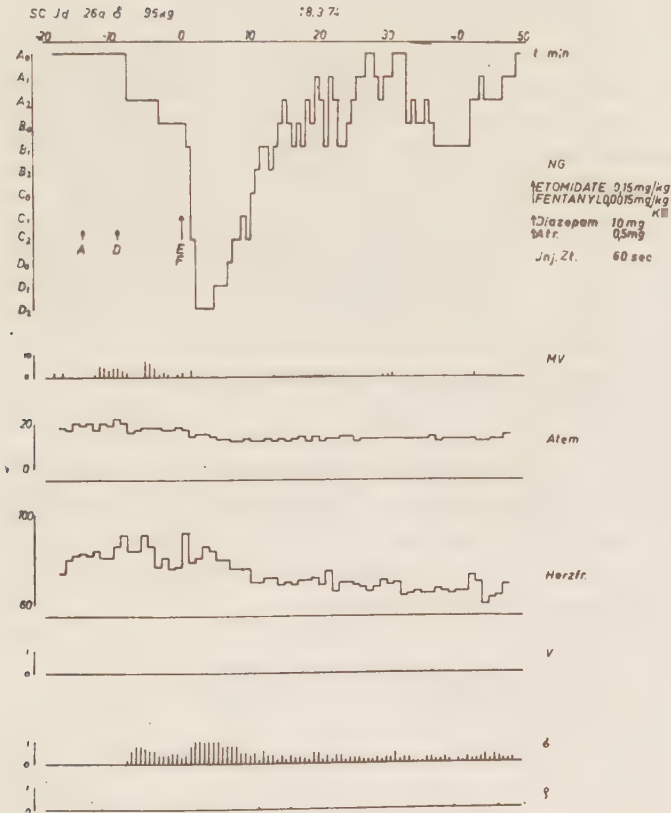


Abb. 12a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 12a

Narkogramm (NG) :

Vom Stadium Wachheit (A_0) steigt das Narkogramm zum Stadium Einschlafen (Induktion B_0) allmählich an. Nach Gabe von Etomidate und Fentanyl steigt das Narkogramm weiter in 1 bis 2 Minuten zum Stadium Mittlerer Schlaf (Mittlere Narkose D_2). Innerhalb 6 bis 8 Minuten wird das Stadium Leichter Schlaf (C_0) erreicht. Die Narkose ist beendet. Nach weiteren 17 bis 18 Minuten ist wieder das Stadium Wachheit (A_0) erreicht. Es folgen ca. 10 bis 15 Minuten während der die Stadien Schläfrigkeit (A_1) und Einschlafen (B_0) durchschritten werden. Dann ist wieder der Ausgangszustand Wachheit (A_0) erreicht.

Mikrovibration (MV):

Vor dem Beginn wird häufig Mikrovibration registriert, während der Narkose keine Registrierung. Nach der Narkose wird sehr selten Mikrovibration registriert.

Atem:

Vor Gabe von Diazepam schwankt die Atemfrequenz um 20/min . Nach Gabe von Diazepam pendelt die Atemfrequenz um 17/min. Während und nach der Narkose schwankt die Atemfrequenz um 14/min.

Herzfr.:

Bis zur Gabe von Diazepam schwankt die Herzfrequenz um 80/min , dann steigt sie bis zu 90/min an, fällt aber kurz vor Narkosebeginn unter 75/min ab und steigt ganz kurz zu Beginn der Narkose über 90/min an. Darauf folgt ein unregelmässiger Abfall, der sich bis Ende der Versuchszeit auf 65/min einpendelt.

Graphoelemente:

Schon nach Diazepam anhaltende Sigma-Spindeln.

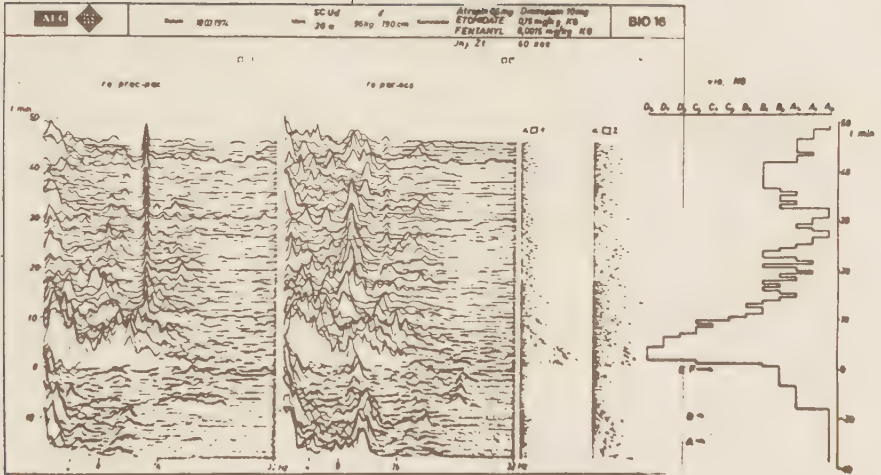


Abb. 12b : Leistungsspektren (Power Spectra):

Nach Diazepam Zunahme der raschen Frequenzanteile um 20 Hertz,
 nach Etomidate Zunahme in den Frequenzbereichen unter 4 Hertz.
 Die anhaltende langsame Tätigkeit ist überwiegend durch Fentanyl
 bedingt.

Versuchsperson (Vp.) 3 SC.Ud. 26a
 siehe Abb. 13a, 13b, 13c

Versuchstag
 8.3.74

Atropin 0,5 mg
 METHOHEXITAL 1,5 mg/kg KG

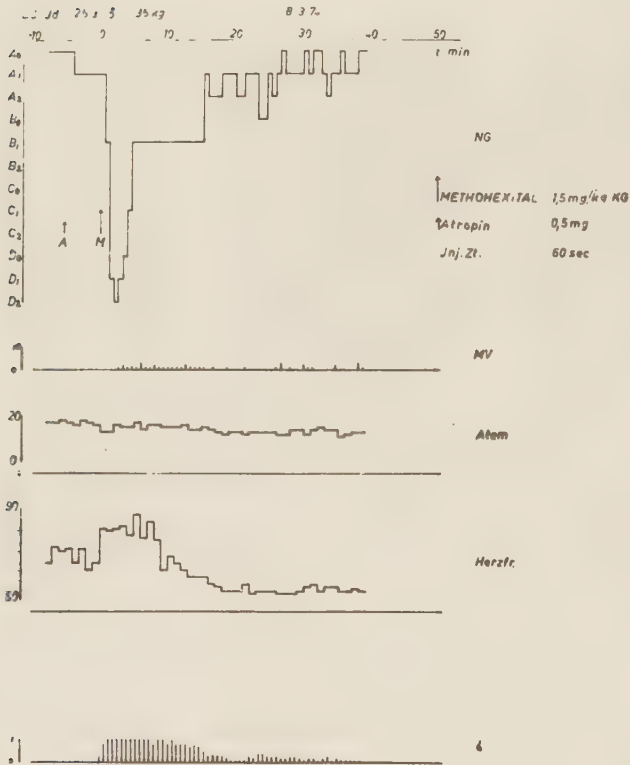


Abb. 13a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 15a

Narkogramm (NG):

Vom Stadium Wachheit (A_0) ausgehend stellt sich nach Gabe von Atropin das Stadium Schläfrigkeit (A_1) ein. Nach Gabe von Methohexital stellt sich das Stadium Mittlere Narkose (D_2) ein. Nach ca. 2 bis 3 Minuten fällt das Narkogramm auf Stadium Einschlafen (E_1) . Nach ca. 10 Minuten schwankt das Narkogramm zwischen den Stadien Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_1/A_2).
Mikrovibration (MV):

Die Mikrovibration setzt zu Beginn der Narkose ein und nimmt mit Erreichen des Wachzustandes an Intensität ab.

Atem:

Die Atemfrequenz schwankt zwischen 19/min und 15/min, wobei ein leichtes Gefälle in Richtung Ende der Versuchszeit zu erkennen ist.

Herzfr.:

Vor Beginn der Narkose schwankt die Herzfrequenz um ca. 67/min . Sie steigt bei Beginn der Narkose an über 80/min, bleibt auf diesem Niveau ca. vier bis fünf Minuten über Narkoseende hinaus, fällt dann allmählich ab und pendelt sich um 55/min ein.

Graphoelemente:

Nach Methohexital Graphoelemente im Sigma-Bereich.

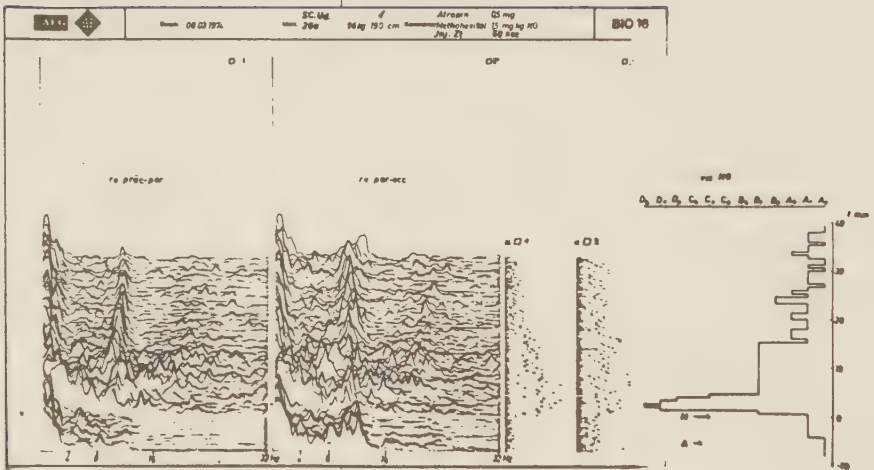


Abb. 13b : Leistungsspektren :

Nach Methohexital Aktivation der Leistung in raschen und langsamen Frequenzbereichen; nach ausklingender langsamer Tätigkeit weiteres Bestehen rascher Anteile.



Abb. 13c : EEG-Kontrolle (Ausschnitt)

Methohexital

Ausgangsverhalten mit niedriger Alphetätigkeit.

Nach Methohexital hohe, langsame Tätigkeit von rascher Tätigkeit überlagert, steile Wellenformen. In der 3. Min. Myoklonus, von der 6. bis 8 Min. rasche Tätigkeit.

Versuchsperson (Vp.) 3 SC.Ud. 26a
 siehe Abb. 14a, 14b, 14c

Versuchstag
 22.3.74

Atropin 0,5 mg

DROPERIDOL 0,1 mg/kg KG

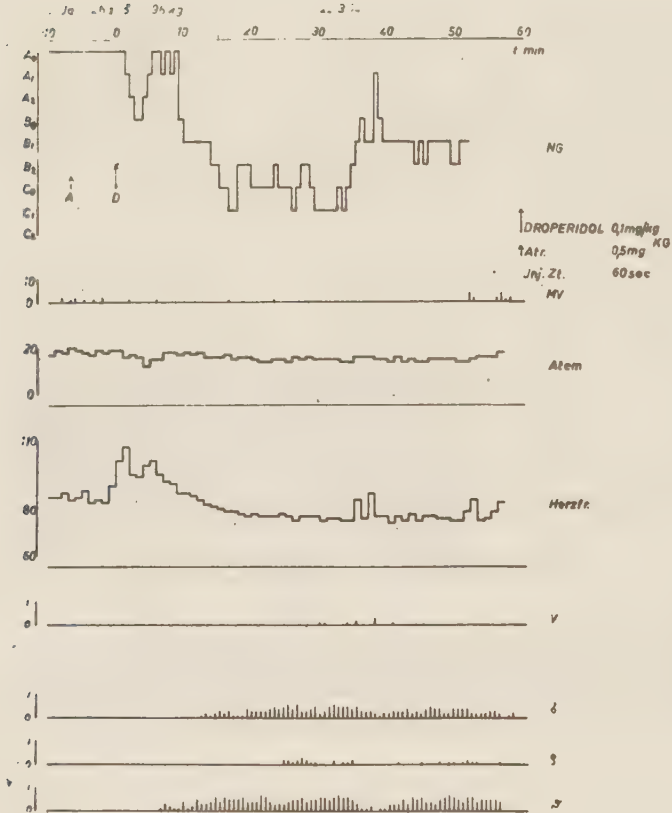


Abb. 14a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 14a

Narkogramm (NG):

Ausgehend vom Stadium Wachheit (A_0) stellt sich nach Gabe von Droperidol in 2 bis 3 Minuten das Stadium Einschlafen (B_0) ein. Dieses klingt nach 2 bis 3 Minuten ab und geht über in einen Wechsel zwischen Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_1) . Etwa 10 Minuten nach Gabe von Droperidol stellt sich erneut das Stadium Einschlafen (B_0, B_1, B_2) ein, welches sich dann während ca. 20 Minuten mit dem Stadium Leichter Schlaf (C_0, C_1) alternativ die Waage hält. Darauf folgt ein Abklingen der Narkose bis zum Stadium Schläfrigkeit (A_1) und ein erneutes Ansteigen zum Stadium Einschlafen ($B_1, B_2, \dots$).

Mikrovibration (MV):

Bei Beginn der Versuchszeit tritt regelmässig Mikrovibration auf, nach Gabe von Droperidol selten und gegen Ende der Versuchszeit wieder zunehmend.

Atem:

Vor Gabe von Droperidol pendelt die Atemfrequenz um ca. 20/min. Nach Gabe von Droperidol pendelt die Atemfrequenz um ca. 18/min.

Herzfr.:

Vor der Gabe von Droperidol schwankt die Herzfrequenz um ca. 85/min und steigt bei Gabe von Droperidol bis maximal 105/min, fällt allmählich bis zur ersten Hälfte der Versuchszeit auf ca. 75/min und schwankt in der zweiten Hälfte der Versuchszeit stark um ca. 80/min.

Graphoelemente:

Nach Droperidol finden wir Graphoelemente im Sigma-Bereich und im Theta-Bereich und wesentlich seltener finden wir Rho-Elemente und Vertex-Wellen.

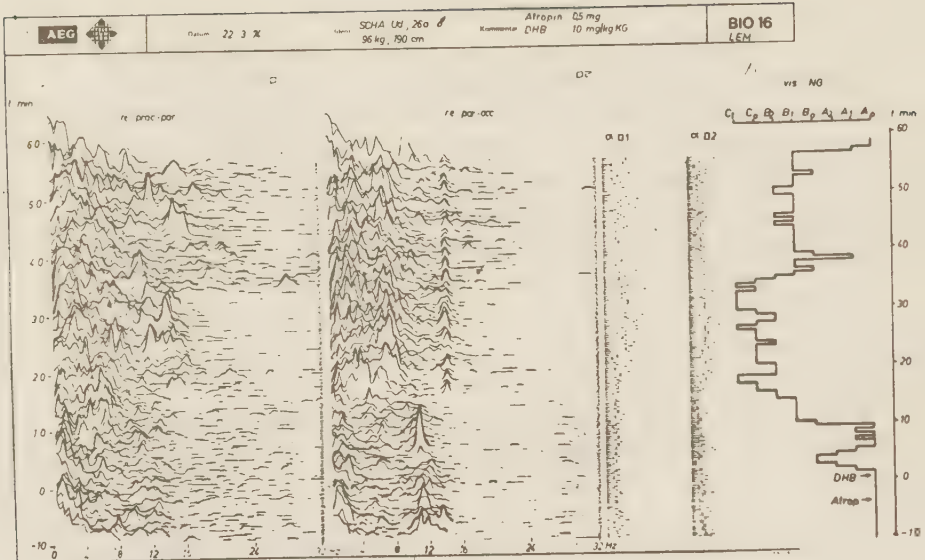


Abb. 14b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach Droperidol (DMB) finden wir eine langanhaltende Zunahme der langsamen Frequenzbereiche unter 8 Hertz. Ebenso finden wir einen deutlichen Gipfel einer 14 Hertz-Tätigkeit (zum Teil als individuelle Besonderheit, da auch nach Etomidate und Fentanyl in der rechten Präcentral-Region, geringer auch rechts parietal aktiviert). Diese individuelle Besonderheit ist bemerkenswert und ebenso hervorzuheben wie die individuelle Besonderheit bei Vp. HE. He. mit einem Leistungsgipfel im 6 Hertz-Bereich, die bei Vp. BA.Wi. gefehlt hat.

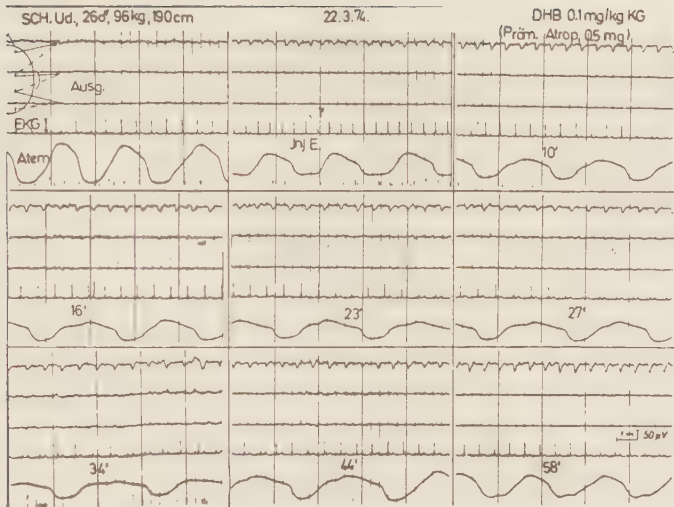


Abb. 14c : MEG-Kontrolle (Ausschnitt)
 Dehydrobenzperidol (Droperidol : DHB)
 Ausgangsverhalten mit niedriger Alphasaktivität.
 Nach Dehydrobenzperidol niedrige, langanhaltende
 4-6/sec Tätigkeit

Versuchsperson (Vp.) 3 SC.Ud. 26a Versuchstag
 siehe Abb. 15a, 15b, 15c 20.3.74

Atropin 0,5 mg
 RO 5-4200 0,03 mg/kg KG
 (FLUNITRAZEPAM)

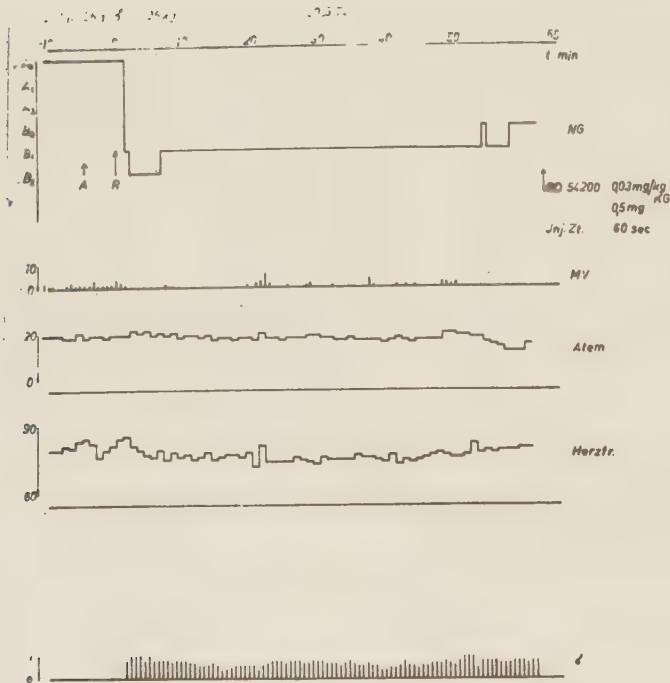


Abb. 15a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 15a

Narkogramm (NG):

Bei Injektion von RO 5-4200 steigt das Narkogramm vom Stadium Wachheit (A₀) zum Stadium Einschlafen (B₂, B₁) und bleibt in diesem Stadium bis zum Ende der Versuchszeit beinahe unverändert.

Mikrovibration (MV):

Vor Gabe von RO 5-4200 steigt die Häufigkeit der Registrierung bis zur Narkose an, nach Gabe von RO 5-4200 finden wir selten Mikrovibration. In der zweiten Hälfte der Versuchszeit tritt wieder etwas häufiger Mikrovibration auf.

Atem:

Die Atemfrequenz schwankt auch durch die Gabe von RO 5-4200 unverändert um ca. 20/min. Gegen Ende der Versuchszeit nimmt die Atemfrequenz ab.

Herzfr.:

Vor der Gabe von RO 5-4200 pendelt die Herzfrequenz stark um 80/min. Nach Gabe von RO 5-4200 pendelt die Herzfrequenz etwas unter 80/min.

Graphoelemente:

Nach RO 5-4200 finden wir lang anhaltende Sigma-Spindeln

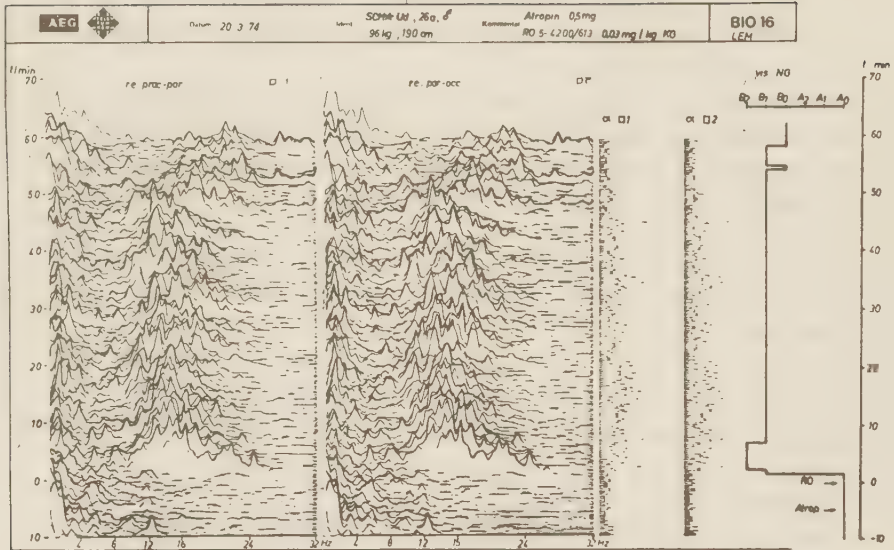


Abb. 15b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach RO-Hypnol (RO 5-4200) finden wir starke Aktivierung der rascheren Anteile über 12 Hertz, die für die Gesamtdauer der Kontrolle anhält.

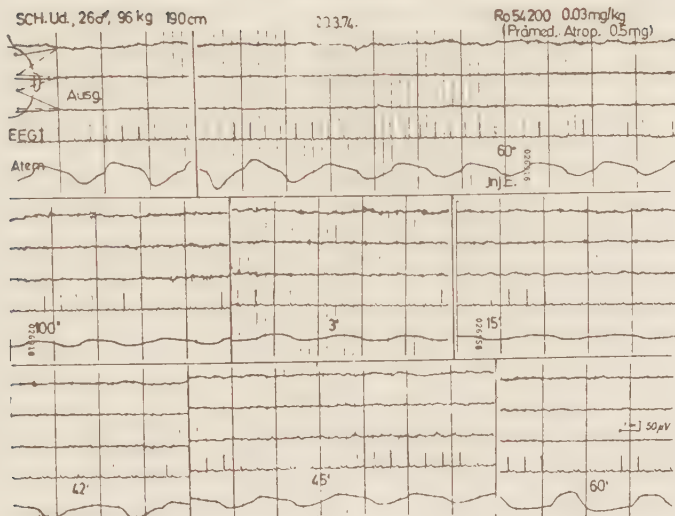


Abb. 15c : EEG-Kontrolle (Ausschnitt)

Rohypnol (RO 5-4200 : Flunitrazepam)
Ausgangsverhalten mit niedriger Alphetätigkeit.
Nach Rohypnol dominierend rasche Tätigkeit.

Versuchsperson (Vp.) 4 ZI. An. 23a

Versuchstag

siehe Abb. 16a, 16b, 16c

8.3.74

Atropin

0,5 mg

ETOMIDATE

0,23 mg/kg KG

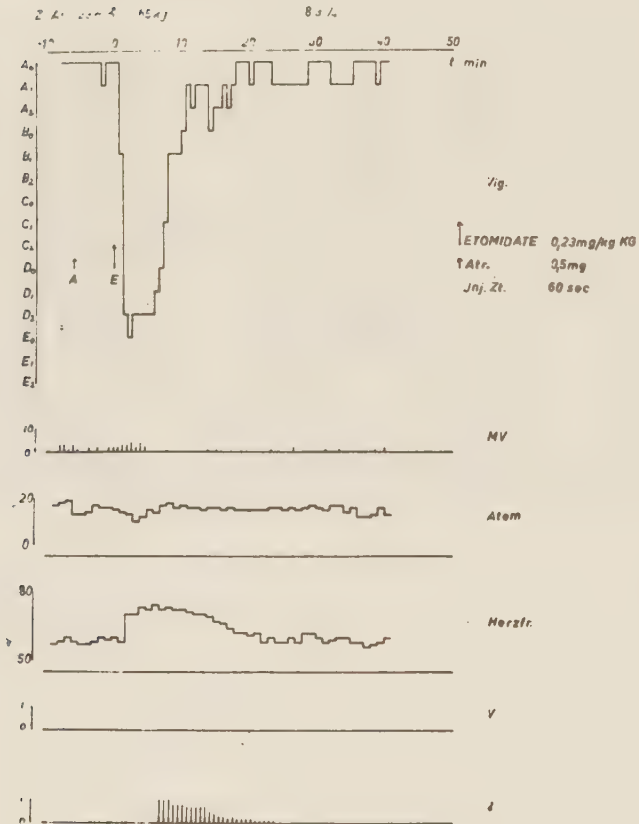


Abb. 16a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 16a

Narkogramm (NG):

Zu Beginn der Versuchszeit zeigt das Narkogramm das Stadium Wachheit (A_0). Unmittelbar nach Gabe von Etomidate (ca. 1/2 bis 1 Minute) stellt sich das Stadium Mittlerer Schlaf (Mittlere Narkose D_2) ein. Gleich zu Beginn der Narkose zeigt sich sogar kurzfristig das Stadium Tiefer Schlaf (Tiefe Narkose E_0). Etwa 7 bis 8 Minuten nach Injektion von Etomidate fällt das Narkogramm ab zum Stadium Einschlafen/Aufwachen (B_0) und weiter zum Stadium Schläfrigkeit (A_1) . Kurzzeitig (ca. 1/2 bis 1 Minute stellt sich noch einmal das Stadium Einschlafen (B_0) ein . Dieses flacht wieder ab und ca. 17 bis 18 Minuten nach Narkosebeginn pendelt das Narkogramm zwischen Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_1) bis zum Ende der Versuchszeit.

Mikrovibration (MV):

Bis etwa 3 Minuten nach Beginn der Narkose häufig Mikrovibration, dann erst wieder nach Ende der Narkose Registrierung, aber wesentlich seltener.

Atem:

Bis zur Gabe von Atropin schwankt die Atemfrequenz um 19/min. Dann fällt sie auf ca. 13/min und steigt langsam wieder an. Während der Narkose fällt sie langsam ab auf ca. 10/min und steigt etwa 5 Minuten nach Narkosebeginn wieder an. Dann pendelt sich die Atemfrequenz um ca. 15/min ein und fällt gegen Ende der Versuchszeit etwas ab.

Herzfr.:

Bis zum Narkosebeginn schwankt die Herzfrequenz um ca. 58/min. Während der Narkose steigt die Atemfrequenz bis über 80/min an und fällt mit dem Ende der Narkose langsam ab und pendelt sich bis zum Beginn der zweiten Versuchshälfte wieder auf den Ausgangswert ein.

Graphoelemente:

Nach Gabe von Etomidate Auftreten von Sigma-Spindeln.

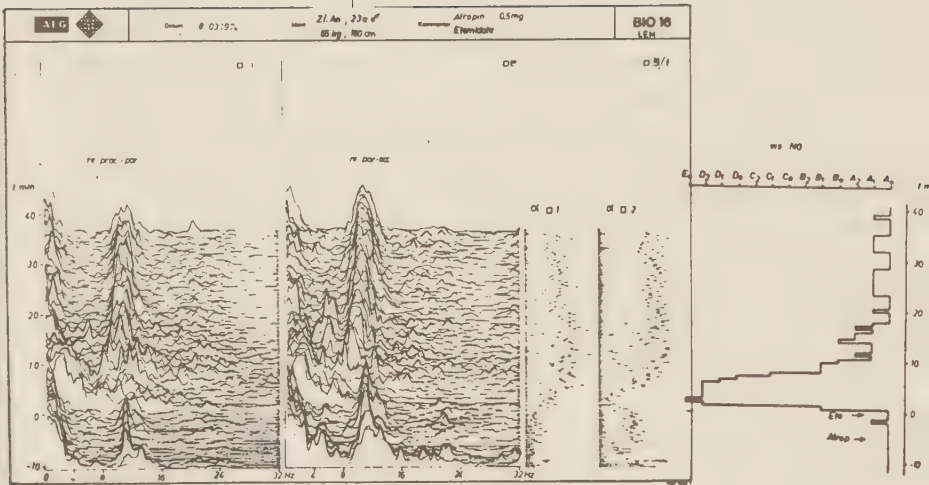


Abb. 16b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach Etomidate tritt eine vorübergehende Zunahme der Leistung in den Frequenzbereichen unter 4 Hertz, sodann noch für kurze Zeit im Bereich von 6 Hertz rechts parietal auf.

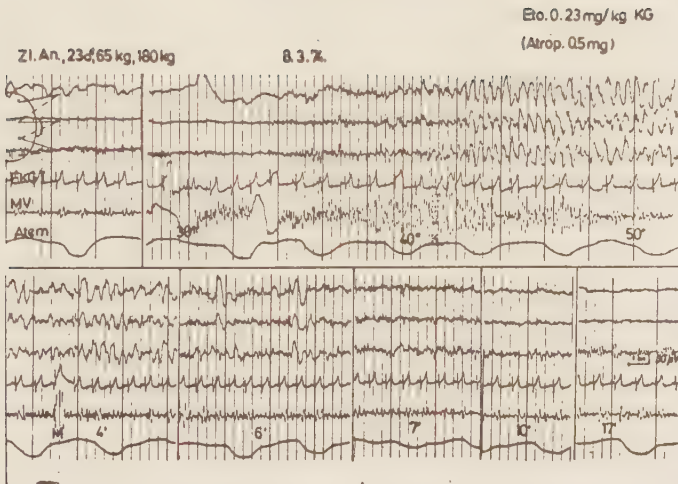


Abb. 16c : EEG-Kontrolle (Ausschnitt)

Etomidate

Ausgangsverhalten mit mittelhoher, spindeliger
Alphatätigkeit. Nach Etomidate hohe, langsame
Tätigkeit von rascher Tätigkeit überlagert,
steile Wellenformen. In der 4. Minute Myoklonus.
Von der 7. bis 10. Minute abnehmende rasche
Tätigkeit.

Versuchsperson (Vp.)
 siehe Abb. 17a, 17b

4

ZI.An. 23a

Versuchstag
 22.3.74

Atropin	0,5 mg
Diazepam	10,0 mg
ETOMIDATE	0,23 mg/kg KG
FENTANYL	0,0023 mg/kg KG

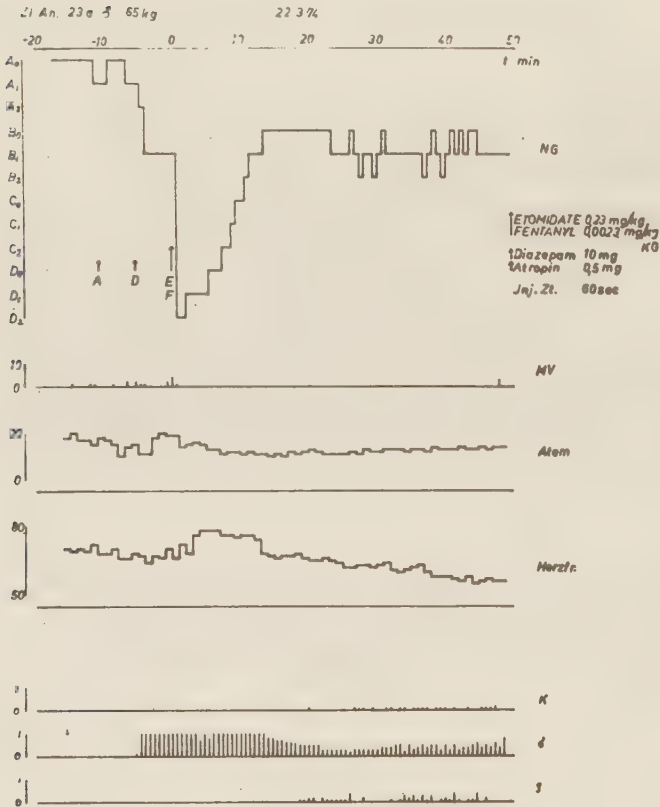


Abb. 17a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 17a

Narkogramm (NG):

Bei Gabe von Atropin steigt das Narkogramm vom Wachzustand (A_0) zum Stadium Schläfrigkeit (A_1), Nach ca. 2 Minuten fällt es zurück zu A_0 und steigt nach weiteren 2 Minuten zum Stadium Schläfrigkeit (A_1). Nach Gabe von Diazepam steigt das Narkogramm innerhalb 4 bis 5 Minuten zum Stadium Einschlafen (B_1). Bei Gabe von Etomidate und Fentanyl stellt sich das Stadium Mittlerer Schlaf (Mittlere Narkose D_2) ein. Nach ca. 10 Minuten Narkosedauer, während der die Narkose treppenförmig abflacht, stellt sich allmählich das Stadium Einschlafen/Aufwachen (B_0) ein. Bis zum Ende der Versuchszeit pendelt das Narkogramm zwischen Einschlafen (B_0/B_2) und Aufwachen.

Mikrovibration (MV):

Bis zum Beginn der Narkose gelegentliche Registrierung; von Beginn der Narkose bis zum Ende der Versuchszeit keine Mikrovibration.

Atem:

Zu Beginn der Versuchszeit pendelt die Atemfrequenz um 19/min. Nach Gabe von Atropin und Diazepam fällt sie ab bis 10/min. Nach Gabe von Diazepam steigt sie wieder an bis 20/min. Während der Narkose fällt sie wieder ab bis 10/min. In der zweiten Hälfte der Versuchszeit pendelt sich die Atemfrequenz bei 13 bis 14 /min ein.

Herzfr.:

Zu Beginn der Versuchszeit pendelt die Herzfrequenz um 70/min. Nach Gabe von Atropin und Diazepam sinkt die Herzfrequenz allmählich auf ca. 65/min. Etwa 5 bis 6 Minuten vor Beginn der Narkose steigt die Herzfrequenz und erreicht während der Narkose das Maximum von ca. 78/min. In der zweiten Hälfte der Narkose fällt die Herzfrequenz leicht und zum Ende der Narkose weiter ab, und erreicht mit ständig abnehmender Tendenz zum Ende der Versuchszeit den niedrigsten Wert von ca. 55/min.

Graphoelemente:

Schon nach Gabe von Diazepam Häufig Sigma-Spindeln, seltener und zwar gegen Ende der Narkose K-Komplexe und Graphoelemente im Rho-Bereich.

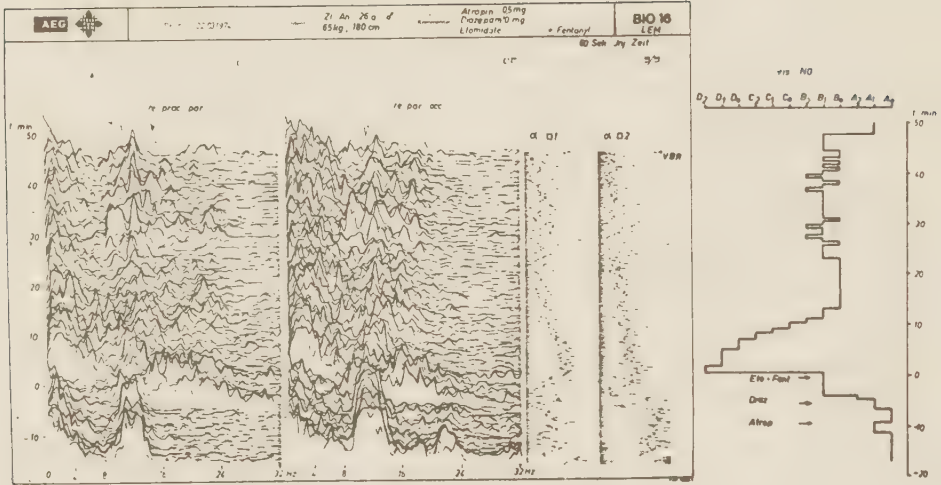


Abb. 17b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach Diazepam finden wir eine Zunahme der raschen Frequenzanteile und nach Etomidate und Fentanyl eine anhaltende Zunahme der Leistung in den Frequenzbereichen unter 6 Hertz.

Versuchsperson (Vp.) 4 ZI.An. 23a Versuchstag
 19.3.74
 siehe Abb. 18a, 18b

Atropin 0,5 mg
 METHOHEXITAL 1,5 mg/kg KG

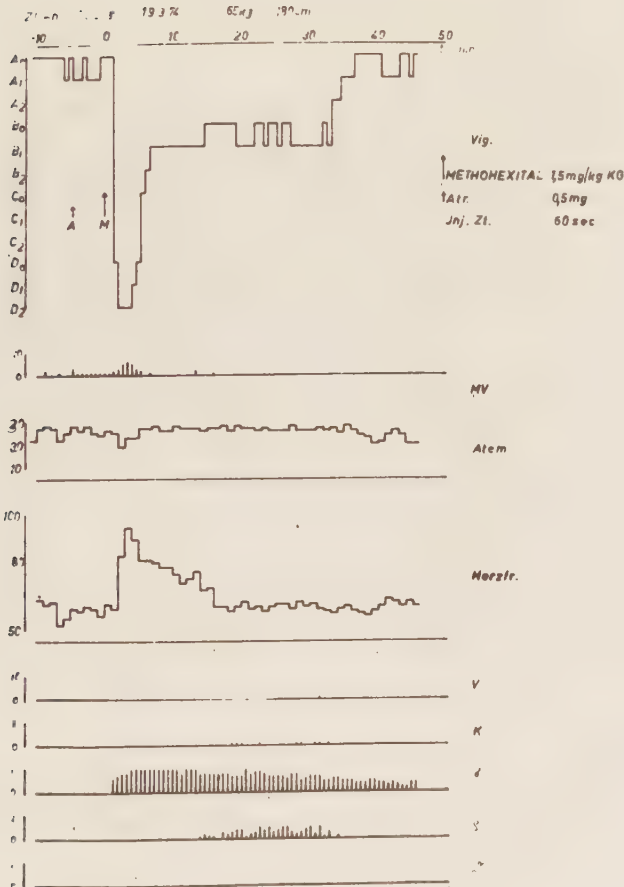


Abb. 18a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 18a

Narkogramm (NG):

Nach Gabe von Atropin pendelt das Narkogramm vom Ausgangszustand Wachheit (A_0) zwischen A_0 und A_1 (Schläfrigkeit). Kurz (ca. 1/2 Minute nach Gabe von Methohexital steigt das Narkogramm zum Stadium Mittlerer Schlaf (Mittlere Narkose D_2). Vier bis fünf Minuten später fällt das Narkogramm zum Stadium Einschlafen (Induktion B_1). Während weiterer 20 bis 25 Minuten schwankt das Narkogramm zwischen B_0 und B_1 (Einschlafen). Dann fällt es allmählich zurück auf das Ausgangsstadium Wachheit (A_0). Bis zum Ende der Versuchszeit pendelt das Narkogramm zwischen Wachheit (A_0) und Schläfrigkeit (A_1).

Mikrovibration (MV):

Vor der Narkose häufige Registrierung; während der Narkose häufig und heftig Mikrovibration; nach der Narkose selten.

Atem:

Bis zum Beginn der Narkose schwankt die Atemfrequenz heftig zwischen ca. 22/min und 28/min. Während der Narkose fällt die Atemfrequenz unter 20/min, steigt dann wieder an und pendelt bis kurz vor Ende der Versuchszeit um 27/min. Bis zum Ende der Versuchszeit fällt die Atemfrequenz bis knapp unter 20/min.

Herzfr.:

Bis zum Narkosebeginn schwankt die Herzfrequenz stark zwischen ca. 50/min und 63/min. Nach Gabe von Methohexital steigt die Herzfrequenz schnell auf ca. 95/min. Nach dem Ende der Narkose flacht die Herzfrequenz ab und pendelt in der zweiten Versuchshälfte um ca. 60/min.

Graphoelemente:

Nach Gabe von Methohexital finden wir häufig Sigma-Spindeln, wesentlich seltener K-Komplexe und Graphoelemente im Rho-
bereich.

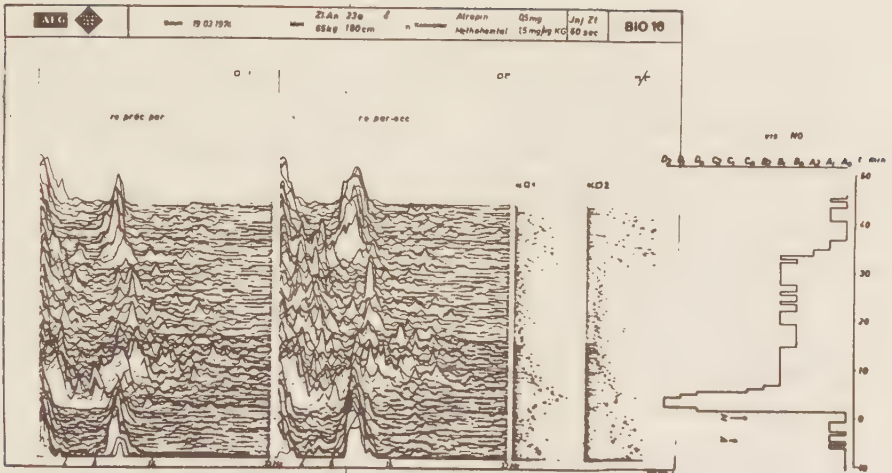


Abb. 18b : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach Methohexital finden wir sowohl Zunahme der Leistung in den langsamen wie auch in den raschen Frequenzbereichen, langsames Ausklingen der langsamen Tätigkeit und sodann noch länger anhaltende bzw. langsamer ausklingende Abnahme der raschen Anteile.

Versuchsperson (VP.) 4
siehe Abb. 19a, 19b, 19c

ZI.An. 23a

Versuchstag

26.3.74

Atropin 0,5 mg

KETANEST 2,0 mg/kg KG

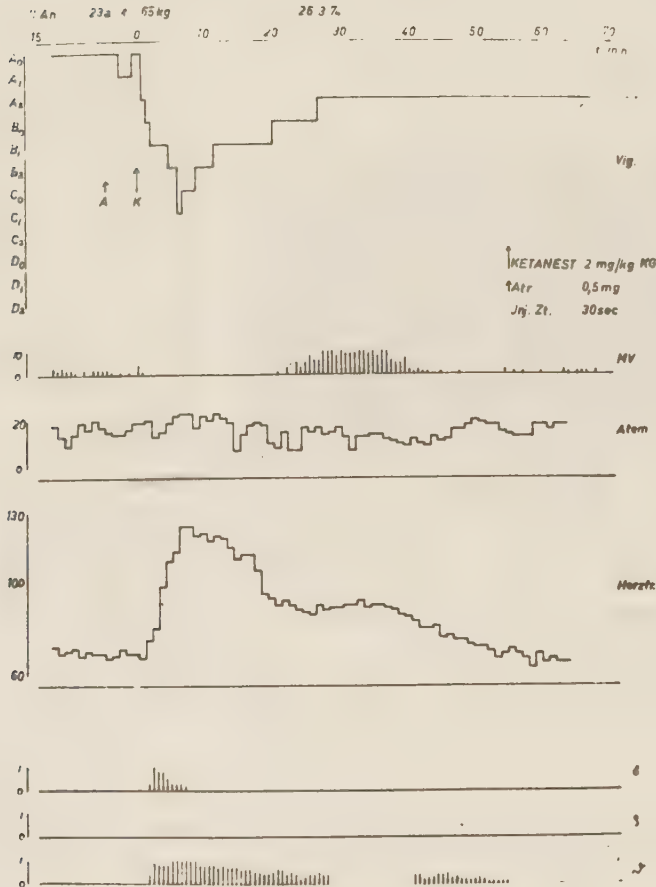


Abb. 19a : Text siehe nächste Seite

Text zu Abb. 19aNarkogramm (NG):

Vom Ausgangszustand Wachheit (A_0) schlägt das Narkogramm nach Gabe von Atropin kurz nach Schläfrigkeit (A_1) aus und fällt in den Grundzustand zurück. Nach Gabe von Ketanest steigt das Narkogramm treppenförmig bis zum Stadium Leichter Schlaf (Leichte Narkose C_1) und flacht dann nach ca. 1/2 bis 1 Minute treppenförmig wieder ab zum Stadium Schläfrigkeit (Induktion A_2) . Auf diesem Stadium verbleibt es konstant bis zum Versuchsende.

Mikrovibration (MV):

Vor Gabe von Ketanest regelmässige Registrierung von Mikrovibration; bis ca. 20 Minuten nach Gabe von Ketanest keine Registrierung; dann häufige und heftige Registrierung; im letzten Drittel der Versuchszeit selten Registrierung.

Atem:

Die Atemfrequenz schwankt heterogen zwischen ca. 10/min und 25/min.

Herzfr.:

Vor Gabe von Ketanest pendelt die Herzfrequenz um ca. 70/min. Nach Gabe von Ketanest steigt die Herzfrequenz treppenförmig bis ca. 125/min an. In der folgenden Viertelstunde fällt die Herzfrequenz bis ca. 85/min, nach weiteren 15 Minuten fällt die Herzfrequenz weiter und erreicht zum Ende der Versuchszeit etwa wieder den Ausgangswert von 70/min.

Graphoelemente:

Nach Ketanest finden wir kurz anhaltende Sigma-Spindeln und lang anhaltende Theta-Wellen.

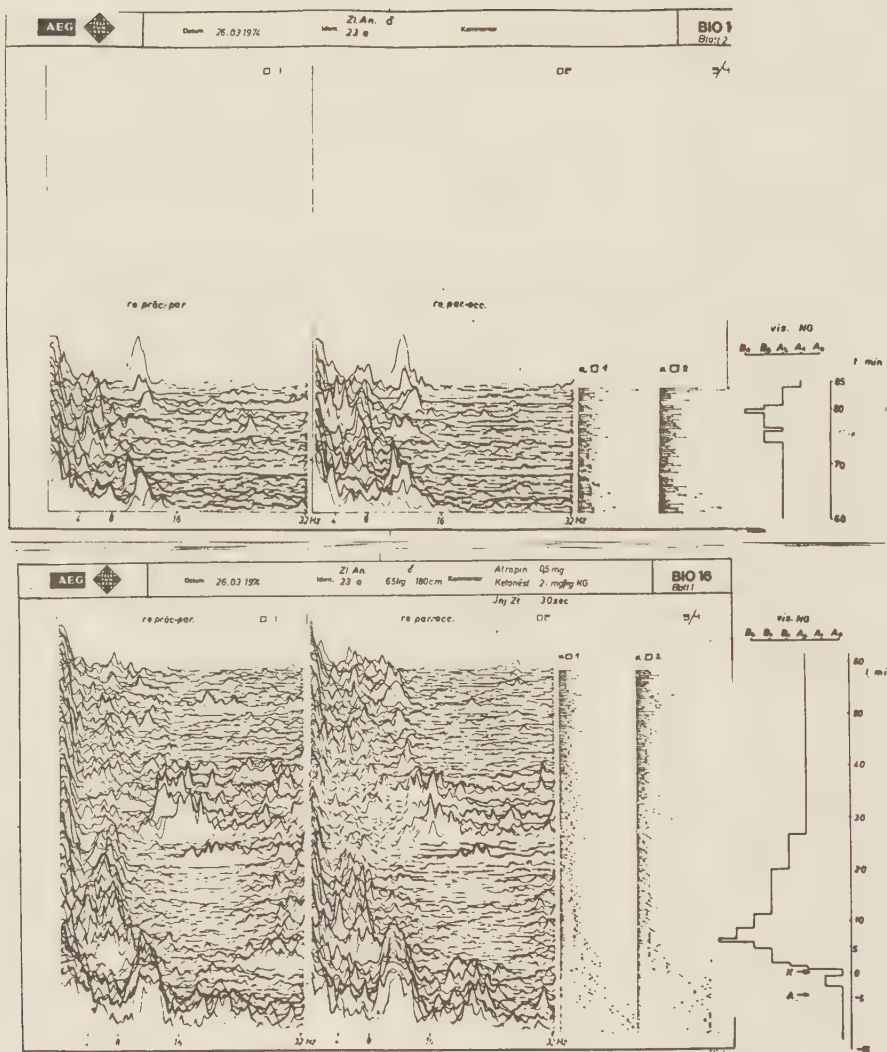


Abb. 19b_{1,2} : Leistungsspektren (Power Spektra) :

Nach Ketanest zeigt sich starke Aktivierung eines relativ umschriebenen Frequenzbereiches zwischen 4 und 8 Hertz (Monomorphe T- Tätigkeit), sodann vorübergehende Aktivierung der raschen Frequenzbereiche zwischen 12 und 18 Hertz. Es folgt weiterbestehende, wenn auch reduzierte Leistung in den langsamen Frequenzbereichen bis zur 85. Minute und erst gegen Ende der Ableitung nach 80 Minuten wird das Ausgangsverhalten mit der Tätigkeit von 10 bis 12 Hertz erreicht.

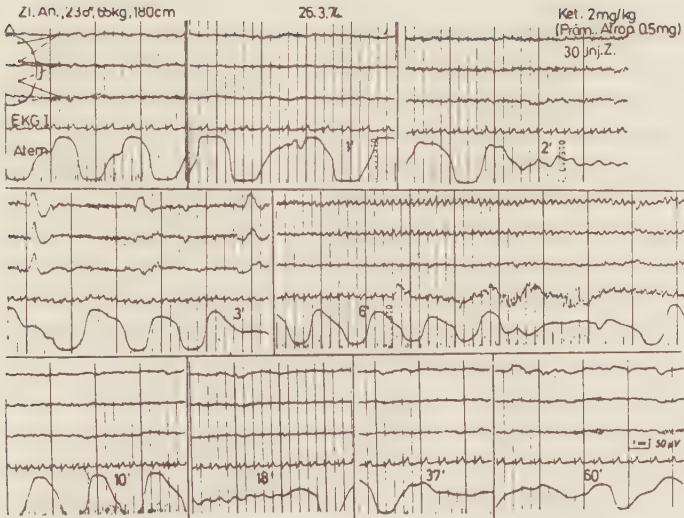


Abb. 19c : EKG-Kontrolle (Ausschnitt)

Ketanest

Ausgangsverhalten mit spindeliger, mittelhoher Alphetätigkeit.
Nach Ketanest in der 3.Min. periodische, langsame Wellen.
In der 6. Min. regelmässige 4/sec Tätigkeit, die später in
niedrigere u. raschere 5-6/sec Tätigkeit übergeht.

DISKUSSION

Die herkömmliche Schreibweise des EEG bietet eine grosse Fülle an Daten. Die Analyse bedeutet eine Datenreduktion durch zeitliche Raffung und die sequentielle Spektraldarstellung ist eine übersichtliche Schreibweise, da bis zu sechzig Minuten Kontrollzeit auf einem Blatt aufgezeichnet werden (25,26).

Im Vergleich zu den visuellen Auswertungen der Narkogramme lassen die Analysen oft besser als die visuelle Auswertung die charakteristischen, fortbestehenden Veränderungen und langsamen zeitlichen Schwankungen bei den ausklingenden Narkosestadien erkennen. Auf den Analysen zeigt sich bei den ausklingenden Narkosestadien im allgemeinen in dem Frequenzgemisch eine grössere Anzahl von raschen oder langsamen Wellen als im Ausgangsverhalten. In den EEG - Kurven werden Artefakte aufgezeichnet (37), die auch in die automatische Analyse eingehen. R. Jung schreibt: " Jeder, der sich mit dem EEG befasst, muß sich darüber klar sein, daß die von der Kopfoberfläche abgeleiteten Spannungsschwankungen durch ihre Kleinheit leicht von hirnfremden Störungen verzerrt sein können, sei es durch andere elektrobiologische Vorgänge, wie Muskelaktionsströme, EKG, galvanischen Hautreflex oder durch elektrische Artefakte. ..." (19).

Diese Artefakte können nur durch vergleichende visuelle Auswertung der EEG - Kurven in den Leistungsspektren erkannt werden. Allerdings gibt es einige Untersuchungen, in denen Methoden zur automatischen Ausschaltung von Artefakten im EEG beschrieben werden (10, 14). Es wäre also in Zukunft denkbar, auch in den Analysen Artefakte zu erkennen oder zu vermeiden.

Besonders geeignet ist die Spektraldarstellung zum Vergleich verschiedener Versuchspersonen, bei denen Narkosen mit den gleichen Narkotika durchgeführt wurden.

Eine Aktivitätsänderung im EEG beziehungsweise in der Analyse ist nach Gabe der Narkotika bei allen Versuchspersonen erfolgt. Dies wird ausnahmslos auch in anderen Untersuchungen berichtet, bei denen Narkotika verwendet wurden, mit denen unsere Narkosen durchgeführt wurden (11, 16, 18, 22, 29, 34). Diazepam scheint eine Zunahme vorwiegend der raschen Frequenzanteile zu bewirken. Bei Kombination von Etomidate, Fentanyl und Diazepam, durchgeführt mit Vp. 1, 2, 3 und 4, also bei allen Versuchspersonen scheint Fentanyl nach Ausklingen der Etomidate-Narkose eine anhaltende langsame Tätigkeit zu bewirken.

Vp. 2 zeigt dabei einen individuellen Gipfel im 6 Hertz - Bereich. Vp 3 zeigt einen solchen Gipfel im 14 Hertz - Bereich. Diese beiden Besonderheiten sind hervorzuheben, da sie keine Artefakte darstellen.

Nach Gabe von RO 5 - 4200 (Flunitrazepam) finden wir viel länger anhaltende langsame Frequenzanteile, die auf einen lang anhaltenden Effekt des RO 5 - 4200 schließen lassen (Vp. 1 und 3), wogegen bei der Kombination Diazepam mit Etomidate die Aktivierung langsamer Anteile nur flüchtig war, dagegen die Zunahme in den raschen Frequenzbereichen nach Ausklingen des Etomidate - Effektes deutlich zum Ausdruck kam. Dagegen war bei der Kombination Etomidate mit Fentanyl eine länger anhaltende Leistungszunahme in den langsamen Frequenzbereichen erkennbar, die jedoch nicht so gleichförmig bestand wie bei RO 5-4200. Die Narkotika beeinflussen Atmung und Herzfrequenz unterschiedlich. Kuschinski weist auf die Beeinflussung des vegetativen Nervensystems durch Medikamente hin (24). Atropin scheint bei uns Herz - und Atemfrequenz zu reduzieren. Die größte Steigerung der Herzfrequenz finden wir bei Ketanest von ca. 50/min auf ca. 115/min.

Es zeigte sich, daß die Analyse des BIO 16 brauchbare überblicke über den Narkoseablauf bietet und bereits während der Narkose zum Beurteilen zur Verfügung steht. Das Verfahren ist technisch verhältnismäßig einfach durchführbar und verlässlich und dadurch den Analysen nach vorheriger Magnetbandspeicherung überlegen.

Die Verlässlichkeit von Computeranalysen wurde von Bickford und anderen untersucht. Es wurde festgestellt, daß Computer gewisse Fragestellungen exakter und zuverlässiger lösen können als erfahrene Elektroenzephalographen.(4,35)

Ob eine Interpretation eines EEG von einem Computer vorgenommen werden kann, wird die Zukunft zeigen (2).

Es vergeht kaum ein Kongress auf dem nicht neue Techniken oder Methoden zur automatischen EEG - Analyse erwähnt wurden. Der Computer ist heute vielfach schon im medizinischen Einsatz, sei es zur besseren Kontrolle der Narkosen bei Operationen, zur Dokumentation von Krankheitsbildern und auch als Datenbank des Klinikers (28,31,32).

Die Entwicklung der klinischen Technik des EEG birgt auch Gefahren auf die Kubicki und Kugler hinweisen. Sie warnen vor einer esoterischen Ausdrucksweise und fordern eine bessere Standardisierung (20). Begrüßenswert in diesem Zusammenhang sind Versuche ein für Kliniker allgemein verständliches Vokabular aufzustellen(8,23).

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden an vier gesunden Versuchspersonen insgesamt sechzehn Narkosen durchgeführt und polygraphisch kontrolliert. Von bestimmten Ableitungen der Elektroencephalogramme wurden mit dem Gerät BIO 16 (AEG-Telefunken) sequentielle Leistungsspektren in 20-Sekunden-Intervallen aufgezeichnet.

Es zeigte sich:

- 1) Der Einsatz des BIO 16 erwies sich als technisch durchführbar und erforderte verhältnismäßig geringen personellen Aufwand, wenn die Geräte unmittelbar nebeneinander aufgestellt und zur Analyse in Echtzeit (on-line) benutzt werden konnten. Die Analyse über Bandspeicher (off-line) schloß dagegen eine rasche Orientierung bei Narkosen aus. Durch direkte Vergleiche von Analysen und EEG-Kurven kritische Urteile und ausgiebige Erfahrungen zu sammeln erscheint uns außerordentlich wichtig, ist aber nur bei Echtzeit - Analysen möglich.
- 2) Die Analysen erwiesen sich als gute Grundlage für die Beurteilung des zeitlichen Ablaufes der Narkose. Allerdings kann eine so exakte Einteilung in Narkosestadien (A, B, C, D, E, F mit Untergruppen) wie sie die visuelle Auswertung liefert, anhand der Analyse allein nicht vorgenommen werden. Der Vergleich des Verlaufs der Narkogramme mit den entsprechenden Analysen zeigt aber einen weitgehend parallelen Verlauf von Narkogramm und sequentiellen Analysenbildern und die Überlegenheit der automatischen Analyse beim Erfassen langsamer, geringer Änderungen.

3. Spezifische Unterschiede in den Leistungsspektren bei einzelnen Narkosemitteln:

Etomidate führte zu einer kurz anhaltenden Aktivierung in den langsamen Frequenzbereichen. Die Kombination von Diazepam und Etomidate zeigte eine Zunahme der raschen Frequenzanteile, bzw. ein langsames Abklingen der raschen Frequenzanteile nach Ausklingen der Etomidate-Narkose. Die Aktivierung rascher Frequenzanteile scheint also typisch für Diazepam zu sein. Fentanyl bewirkte eine Zunahme der langsamen Frequenzanteile unter 6 Hertz und ein langsames Abklingen der langsamen Frequenzanteile, was sich bei der Kombinationsnarkose Diazepam-Etomidate-Fentanyl zeigte. Methohexital verursachte sowohl eine Zunahme in den raschen als auch in den langsamen Frequenzbereichen. Wir konnten ein langsames Abklingen der langsamen Tätigkeit und länger anhaltende rasche Tätigkeit feststellen. Ein charakteristischer Unterschied zur Kombinationsnarkose Diazepam-Etomidate-Fentanyl ließ sich somit nicht feststellen.

Droperidol zeigte charakteristische lang anhaltende langsame Tätigkeit unter 8 Hertz.

Nach Ketanest trat regelmäßig lang anhaltende Tätigkeit im Frequenzbereich zwischen 4 und 8 Hertz auf.

Ro-Hypnol bewirkte eine auffällige lang anhaltende gleichmäßige Aktivierung der raschen Frequenzanteile über 12 Hertz und ebenso langsamer Frequenzanteile.

Propanidid löste eine flüchtige aber starke Aktivierung in den Frequenzbereichen unter 6 Hertz aus.

- 4) Individuelle Besonderheiten bei zwei Versuchspersonen.
Bei Versuchsperson 2 fanden wir einen individuellen Gipfel im 6 Hertz-Bereich.
Bei Versuchsperson 3 stellten wir einen individuellen Gipfel im 14 Hertz-Bereich fest.

- 1 AEG-Telefunken, Fachbereich Jnformationstechnik
775 Konstanz, Bücklestr. 1-5 Best.Nr.: N 41.AA.88 o773
Biosignalprozessor BJO 16
- 2 Barlow, J.S.
Perspektives in the computer interpretation and re-
porting of clinical EEGs
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 37 (1974) 1o2
- 3 Burch, N.R.
Automatic analysis of the electroencephalogram:
a review and classifications of systems
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 11 (1959)
827- 834
- 4 Bickford, R.G.
Automation of electroencephalography
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 35 (1973) 41o
- 5 Bickford, R.G., N. Fleming, T. Billinger, L. Stewart,
M. Aung
Use of compressed spectral arrays (CSAs) in clinical
EEG
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 33 (1972) 245
- 6 Bickford, R.G., N. Fleming, R.S. Hoffman, M.Aung
Automated techniques in the EEG laboratory
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 33 (1972) 35o
- 7 Bruzzone, M., B.Gasparello, A. Siccardi
A System of programs for the application of a
" general purpose" laboratory computer to an
automatic processing cycle of EEG into power spectra
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 35 (1973) 4o1

- 8 Chatrian, G.E., L. Bergamini, M. Dondey, D.W. Klass,
M. Lennox-Buchthal, J. Petersen
A glossary of terms most commonly used by
clinical electroencephalographers
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 37 (1974) 538-548

- 9 Dumermuth, G.
Zum gegenwärtigen Stand der EEG-Analyse
EEG- EMG 2 (1971) 146

- 10 Erkulvrawatr, S., T.L. Johnson, R.G. Feldman
Reduction of muscle artefacts in the electroencephalogram:
electronic filtering vs. intravenous Diazepam
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 37 (1974) 196-197

- 11 Faber, B., S. Jorgic, J. Molnar, F. Hajusek
Epontol zur Aktivierung des EEGs
EEG - EMG 4 (1973) 40

- 12 Fischgold, H., C. Dreyfus-Brisac
Das Elektroencephalogramm
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1968

- 13 Gevins, A.S., C.L. Yeager
Real time, multi-channel EEG spectral analysis
and display
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 37 (1974) 209-210

- 14 Girton, D.G., J. Kamiya
A simple on-line technique for removing eye-
movement artefacts from the EEG
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 34 (1973) 212-216

- 15 Grass, A.M., F.A. Gibbs
A Fourier transform of the electroencephalogram
J. of Neurophysiol 1 (1938) 521-526

- 16 Grass, H., M. Gottschaldt
The EEG interval analysis of different depth
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 36 (1974) 431-432
- 17 Günther, H., M. Starck, D. Wengert
Der Biosignalprozessor BIO 16, ein Rechensystem
zur simultanen 12-Kanal-Echtzeitanalyse des
Elektroencephalogramms im Frequenz- und Zeitbereich
Datenverarbeitung AEG-Telefunken 5 (1973) 1/2, 52-59
- 18 Hajnsek, F., B. Faber
Erfahrungen mit Propanidid bei der Provokation im EEG
EEG - EMG 6 (1975) 88 - 91
- 19 Jung, R.
Das Elektroenzephalogramm
in: Handbuch der Inneren Medizin, 5. Band, 1. Teil, 4. Aufl.,
1216 - 1304
v. Bergmann, G., W. Frey, H. Schwegk (Hrsg.)
Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1953
- 20 Kubicki, St., J. Kugler
Unsinn: EEG-Beurteilung kritisch betrachtet
EEG - EMG 3 (1972) 208
- 21 Kugler, J., L. Lösel, L. Spiegl, A. Doenicke
Bandspeicherung und automatische Analyse
von EEG-Kurven bei Schlaf und Narkose
Elektromedizin, Sonderausgabe (1969) 109-115
- 22 Kugler, J., A. Doenicke, M. Laub
Wirkungsmechanismus von Narkotika
EEG - EMG 5 (1974) 134-135

- 24 Kugler, J.
Elektroencephalographie in Klinik und Praxis
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2. Aufl. 1966
- 24 Kuschinsky, G., H. Lüllmann
Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1972 1-107
- 25 Künkel, H.
Die Spektraldarstellung des EEG
EEG - EMG 3 (1972) 15 - 24
- 26 Künkel, H.
Simultane Vielkanal- on line- EEG-Analyse in Echtzeit
EEG - EMG 3 (1972) 30 - 38
- 27 Lösel, L.
Die automatische Analyse der elektroencephalographischen
Aktivität bei Schlaf und Narkose
Dissertation Med.Fak.d. Universität München, 1970
- 28 Myers, R.R., J.J. Stockard, N.T. Smith, R.G. Bickford
Power spectral analysis of EEG data during anaesthesia
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 36 (1974) 213-214
- 29 Nippert, M., U.J. Jovanovic
Elektroenzephalographische Erscheinungen nach
intravenöser Verabreichung von Epontol
EEG.-EMG 1 (1970) 119

- 30 Petsche, H.
EEG und bioelektrische Hirntätigkeit
EEG - EMG 1 (1970) 125 - 133
- 31 Thompson, C.J., J.P. Jves, D.R. skuce, J. Gotman, P. Gloor
A computer system for the routine acquisition of
EEGs for a clinical data bank
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 36 (1974) 431-432
- 32 Timsit-Berthier, M., N.Konickx, M.Timsit, M. Dongeir
Die Anwendung elektronischer Rechner in der
psychiatrischen Electroenzephalographie
EEG - EMG 2 (1971) 114 - 120
- 33 Tönnies, J.F.
Automatische EEG-Intervall-Spektrumanalyse (EISA) zur
Langzeitdarstellung der Schlafperiodik und Narkose
Arch. Psychiat. Nervenkr. 212 (1969) 423 - 445
- 34 Schwartz, J., S. Feldstein, M. Fink, D.M. Shapiro, T.M. Itil
Evidence for a characteristic EEG - frequency
response to Thiopental
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol 31 (1971)
149 - 153
- 35 Volavka, J., M. Matousek, St. Feldstein, J.Roubicek, P.Prior,
D.F. Scott, V. Brezinova, V. Synek
Die Zuverlässigkeit der EEG-Beurteilung
EEG - EMG 4 (1973) 123- 130
- 36 Walter, D.O., M.A.B. Brazier (Eds.)
Advances in EEG analysis
Electroencephalogr and Clin Neurophysiol (1968)
Suppl. 20

37 Weinmann, H.M.

Artefakte ~~im~~ Elektroenzephalogramm

EEG - EMG 2 (1974) 1 - 13

Mein Dank gilt allen, die mir die Durchführung dieser Arbeit ermöglichten.

Besonders danke ich Herrn Prof. Dr. J. Kugler für die Überlassung des Themas.

Herr Prof. Dr. J. Kugler und Herr Prof. Dr. A. Doenicke standen mit Rat und Tat bei der Ausarbeitung zur Seite. Frau M. Laub war eine große Hilfe bei der Durchführung des experimentellen Teils der Arbeit und in allen technischen Fragen.

Lebenslauf

Am 30. August 1950 wurde ich in Offingen geboren. Meine Eltern sind der Schreinermeister Anton Schönberger und seine Ehefrau Barbara Schönberger, geborene Leitner. Zusammen mit meinen vier Geschwistern wuchs ich in meinem Elternhause auf.

1956 trat ich in die Katholische Volksschule in Offingen ein. Nach Abschluß der 5. Volksschulklasse wechselte ich 1961 an das Dossenberger-Gymnasium in Günzburg über. Dort besuchte ich den mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig. Am 20. Juni 1970 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Im Herbst 1970 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität München. Am 9. Februar 1976 beendete ich die zahnärztliche Prüfung. Die Bestallung als Zahnarzt wurde mir am 23. Februar 1976 erteilt.

Seit Mai dieses Jahres arbeite ich als Zahnarzt in München.

